



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년12월01일

(11) 등록번호 10-2472283

(24) 등록일자 2022년11월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07C 211/57 (2006.01) **C07C 211/54** (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01) **H01L 51/00** (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C07C 211/57 (2013.01)
C07C 211/54 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7002516(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2009년04월30일
 심사청구일자 2022년01월24일
- (85) 번역문제출일자 2022년01월24일
- (65) 공개번호 10-2022-0018611
- (43) 공개일자 2022년02월15일
- (62) 원출원 특허 10-2021-7027723
 원출원일자(국제) 2009년04월30일
 심사청구일자 2021년08월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2009/058787
- (87) 국제공개번호 WO 2009/139358
 국제공개일자 2009년11월19일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2008-129991 2008년05월16일 일본(JP)
 (뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP07053955 A
 JP11184108 A*
 JP2006310351 A
 US20040033387 A1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼
 일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
- (72) 발명자
 오사카 하루에
 일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
 부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
 우시쿠보 다카히로
 일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
 부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 장훈

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 이소영

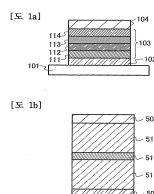
(54) 발명의 명칭 트리아릴아민 유도체, 발광 물질, 발광 소자, 발광 장치 및 전자 기기

(57) 요약

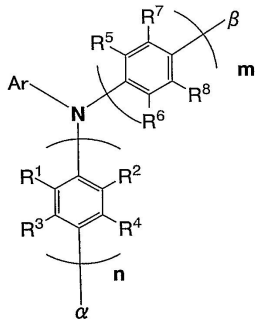
하기 화학식 G1로 나타내는 트리아릴아민 유도체를 제공한다.

(뒷면에 계속)

대표도



화학식 G1



상기 화학식 G1에서,

Ar은 치환되거나 치환되지 않은 페닐 그룹, 또는 치환되거나 치환되지 않은 바이페닐 그룹 중 어느 하나를 나타내고;

α 는 치환되거나 치환되지 않은 나프틸 그룹을 나타내고;

β 는 수소, 또는 치환되거나 치환되지 않은 나프틸 그룹 중 어느 하나를 나타내고;

n 및 m은 각각 독립적으로 1 또는 2를 나타내고;

R^1 내지 R^8 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬 그룹 및 페닐 그룹 중 어느 하나를 나타낸다.

(52) CPC특허분류

C09K 11/06 (2022.01)

H01L 51/0059 (2013.01)

H01L 51/5012 (2013.01)

(30) 우선권주장

JP-P-2008-300827 2008년11월26일 일본(JP)

JP-P-2009-022314 2009년02월03일 일본(JP)

(72) 발명자

오사와 노부하루

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

세오 사토시

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

스즈키 쓰네토키

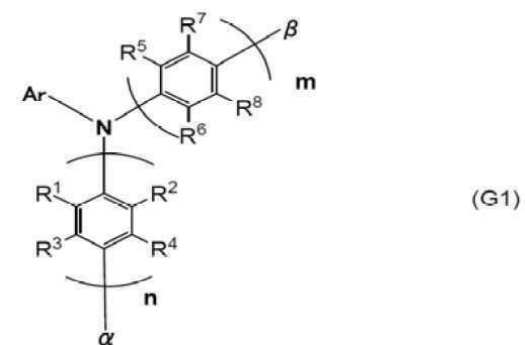
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

명세서

청구범위

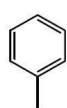
청구항 1

하기 화학식 (G1)으로 표시되는 유기 화합물.

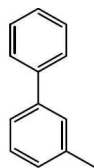


상기 화학식 (G1)에서,

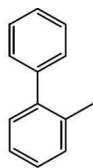
Ar은 하기 구조식 (Ar-1), (Ar-3) 및 (Ar-4)로 나타내는 치환기 중 어느 하나를 나타내고,



(Ar-1)



(Ar-3)



(Ar-4)

α 는 제1 나프틸 그룹을 포함하고,

β 는 제2 나프틸 그룹을 포함하고,

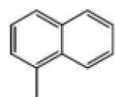
n 및 m은 각각 독립적으로 1 또는 2를 나타내고,

R^1 내지 R^8 은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬 그룹, 및 페닐 그룹 중 어느 하나를 나타낸다.

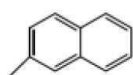
청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 나프틸 그룹이 하기 구조식 (α -1) 또는 (α -2)로 표시되는, 유기 화합물.



(α -1)

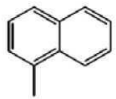


(α -2)

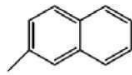
청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 나프틸 그룹이 하기 구조식 (β -2) 또는 (β -3)으로 표시되는, 유기 화합물.



(β -2)



(β -3)

청구항 4

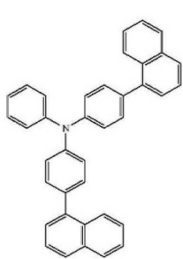
제1항에 있어서,

상기 화학식 (G1)에서 n 및 m이 각각 1을 나타내는, 유기 화합물.

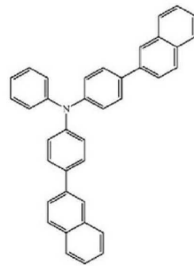
청구항 5

제1항에 있어서,

상기 유기 화합물이 하기 구조식 (7) 또는 (19)로 표시되는, 유기 화합물.



(7)



(19)

청구항 6

발광 장치로서,

제1항에 따른 유기 화합물을 포함하는, 발광 장치.

청구항 7

전자 기기로서,

제1항에 따른 유기 화합물을 포함하는, 전자 기기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 트리아릴아민 유도체에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 상기 트리아릴아민 유도체를 사용한 발광 물질, 발광 소자 및 전자 기기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 화합물을 발광 물질로 사용하는 발광 소자(유기 EL소자)를 사용한 표시 장치는 박형, 경량, 고속 응답성 및 저소비 전력을 이점으로 하고 있으므로 차세대 표시 장치의 개발이 가속화되고 있다. 개발에는 여러가지 장애가 있었지만, 최근 유기 EL 텔레비전의 시판도 개시되는 정도까지 기술은 진보하고 있다.

[0003] 유기 EL 소자는 한 쌍의 전극 사이에 발광층을 개재하고 전압을 인가함으로써 전극으로부터 주입된 전자 및 정공이 재결합하여 여기 상태가 되고, 그 여기 상태가 기저 상태로 되돌아 갈 때 발광한다. 발광 물질로부터 방출되는 광의 파장은 그 발광 물질의 고유한 것이고, 다양한 종류의 유기 화합물을 발광 물질로서 사용함으로써, 다양한 파장, 즉 다양한 색의 발광을 나타내는 발광 소자를 획득할 수 있다.

[0004] 디스플레이 등 화상을 표시하는 것을 염두에 둔 표시 장치의 경우에는, 풀 컬러의 영상을 재현하기 위하여 적어

도 적색, 녹색, 청색의 3색의 광을 얻을 필요가 있다. 이를 달성하기 위해, 예를 들면, 넓은 파장 범위에 발광 스펙트럼을 갖는 광을 방출하는 발광 소자와 컬러 필터를 조합하는 방법, 목적하는 색보다 파장이 짧은 광을 방출하는 발광 소자와 색 변환층을 조합하는 방법, 목적하는 파장의 광을 방출하는 발광 소자를 사용하는 방법이 있다. 이들 3가지 방법 중에서는 마지막에 기재한 직접 목적하는 색을 얻는 방법이 에너지적으로 손실이 적어 바람직하다고 할 수 있다.

[0005] 시판중인 유기 EL 텔레비전도 이 방법을 채용하고 있지만, 실제로 이외에 컬러 필터를 사용하는 동시에 발광 소자에 마이크로 공동(micro cavity) 구조를 채용하여 색순도를 향상시키고 있다. 많은 장점을 갖는 유기 EL 텔레비전이지만, 차세대 텔레비전으로서 고품질의 화상을 제공하는 것이 기대되고, 그 기대에 부응하기 위해서는 적절한 발광색을 나타내는 발광 소자를 얻는 것이 필수적이다.

[0006] 상술한 바와 같이, 발광 물질이 방출하는 광은 그 물질의 고유한 것이다. 유기 EL 텔레비전이 구비하는 많은 색순도 향상을 위한 대책이 의미하는 것은, 양호한 색의 발광을 나타내면서 수명이나 소비 전력 등 그 외의 중요한 성질을 충족시키는 발광 소자를 얻는 것이 매우 어렵다는 것이다. 또한, 수명이나 소비 전력 등 발광 소자의 중요한 성질은 발광을 나타내는 물질에만 반드시 의존하지는 않는다. 발광층 이외의 층, 소자 구조, 그리고 발광 물질과 호스트와의 성질이 잘 맞는지 여부 등도 크게 영향을 준다. 따라서, 당해 기술분야의 성장을 위해서는 다양한 종류의 발광 소자용 재료가 필요하게 된다. 그 결과, 다양한 분자 구조를 갖는 발광 소자용 재료가 제안되고 있다(예를 들어, 특허 문헌 1 참조).

선행기술문헌

[0007] [특허문헌]

[0008] PCT 국제공개공보 제07/058127호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 그러나, 지금까지 개발되어 온 발광 소자 중 청색 광을 방출하는 발광 소자는 적색광 내지 녹색광을 방출하는 발광 소자에 비하여 특성상 열악하며, 이 점이 문제가 되었다. 청색 광을 발광시키기 위하여, 큰 에너지 갭을 갖는 발광 물질이 필요하고 발광 물질이 분산되는 호스트로 사용되는 물질 또는 발광층에서 발광 영역에 인접한 수송층으로 사용되는 물질이 큰 에너지 갭을 가져야 하며, 이 점이 상기 문제의 요인이다.

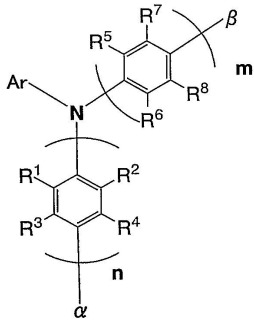
[0010] 충분히 큰 에너지 갭을 갖지 않는 재료를 호스트 재료로 사용하거나 발광 영역에 인접한 층의 재료로서 사용하는 경우, 여기 에너지가 상기 재료로 이동한다; 따라서 발광 소자의 색순도와 발광 효율이 저하되는 문제가 일어난다. 따라서, 본 발명의 일 양태에서는, 큰 에너지 갭을 갖고 발광 소자의 수송층 또는 호스트 재료로 사용될 수 있는 신규한 트리아릴아민 유도체를 제공하는 것이 목적이다.

[0011] 본 발명의 발명자들은 에너지 갭이 넓고 캐리어 수송성이 적합하고 발광 소자의 재료로서 적합하게 사용될 수 있는 물질로서 한 개 또는 두 개의 나프틸 그룹들이 페닐렌 그룹 또는 바이페닐렌 그룹을 통해 중심 질소와 결합하고 있는 트리아릴아민 유도체를 합성할 수 있었다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 양태에 따른 트리아릴아민 유도체는 하기 화학식 G1로 나타내는 트리아릴아민 유도체이다.

[0013] [화학식 G1]



[0014]

[0015] 상기 화학식 G1에서,

[0016] Ar은 치환되거나 치환되지 않은 페닐 그룹, 또는 치환되거나 치환되지 않은 바이페닐 그룹 중 어느 하나를 나타내고;

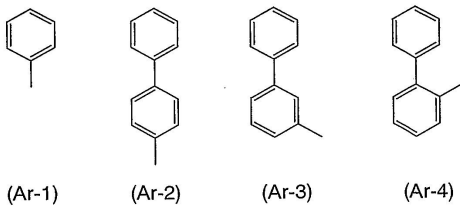
[0017] α는 치환되거나 치환되지 않은 나프틸 그룹을 나타내고;

[0018] β는 수소, 또는 치환되거나 치환되지 않은 나프틸 그룹 중 어느 하나를 나타내고;

[0019] n 및 m은 각각 독립적으로 1 또는 2를 나타내고;

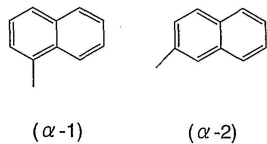
[0020] R¹ 내지 R⁸은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬 그룹 또는 페닐 그룹 중 어느 하나를 나타낸다.

[0021] 구체적으로는, 식 중 Ar로서는, 하기 구조식 (Ar-1) 내지 (Ar-4)로 나타내는 그룹을 들 수 있다.



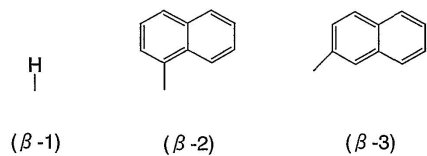
[0022]

[0023] 구체적으로는, 식 중 α로서는 하기 구조식 (α-1) 및 (α-2)로 나타내는 그룹을 들 수 있다.



[0024]

[0025] 구체적으로는, 식 중 β로서는 하기 구조식 (β-1) 내지 (β-3)으로 나타내는 그룹을 들 수 있다.



[0026]

발명의 효과

[0027] 상기 구조식 중 어느 하나를 갖는 본 발명의 일 양태에 따른 상기 트리아릴아민 유도체는 큰 에너지 갭을 갖고 발광 소자의 수송층 또는 호스트 재료로서 사용될 수 있는 신규한 트리아릴아민 유도체이다. 즉, 본 발명의 일 양태에 따른 트리아릴아민 유도체는 큰 에너지 갭 또는 기저 상태와 삼중항(triplet) 여기 상태 사이의 에너지 차(이하 삼중항 에너지라 함)를 가지고, 청색 형광을 제공하는 발광 소자 또는 녹색 인광을 제공하는 발광 소자의 호스트 재료 또는 캐리어 수송 재료(특히 정공 수송 재료)로 매우 바람직하게 사용될 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 양태에 따른 트리아릴아민 유도체는 넓은 가시 영역(청색광 내지 적색광)의 발광 파장을 갖는 발광 물질에 대한 호스트 재료 또는 캐리어 수송 재료로서 사용될 수 있으며, 이로써 효율적으로 발광시킬 수 있다.

또한, 적색, 녹색 및 청색의 복수의 화소를 포함하는 발광 장치의 경우, 발광 소자를 형성하는 공정에서 호스트 재료 또는 캐리어 수송 재료의 종류를 통일할 수도 있으며, 따라서, 공정을 간소화할 수 있고, 재료 이용 효율도 높아 바람직하다.

도면의 간단한 설명

[0028]

- 도 1a 및 1b는 발광 소자의 개념도(양태 3 내지 5)이고;
- 도 2는 유기 반도체 소자의 개념도(양태 6)이고;
- 도 3a 및 3b는 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도(양태 7)이고;
- 도 4a 및 4b는 패시브 매트릭스형 발광 장치의 개념도(양태 7)이고;
- 도 5a 내지 5d는 전자 기기를 각각 나타내는 도(양태 8)이고;
- 도 6은 전자 기기를 나타내는 도(양태 8)이고;
- 도 7은 조명 기기를 나타내는 도(양태 8)이고;
- 도 8은 조명 기기를 나타내는 도(양태 8)이고;
- 도 9a 및 9b는 α NBA1BP의 ^1H NMR 차트의 그래프이고;
- 도 10은 α NBA1BP의 흡수 스펙트럼의 그래프이고;
- 도 11은 α NBA1BP의 발광 스펙트럼의 그래프이고;
- 도 12a 및 12b는 α NBB1BP의 ^1H NMR 차트의 그래프이고;
- 도 13은 α NBB1BP의 흡수 스펙트럼의 그래프이고;
- 도 14는 α NBB1BP의 발광 스펙트럼의 그래프이고;
- 도 15는 실시예 9로 제조된 발광 소자의 전압-휘도 특성의 그래프이고;
- 도 16은 실시예 9로 제조된 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성의 그래프이고;
- 도 17은 실시예 9로 제조된 발광 소자의 휘도-파워 효율 특성의 그래프이고;
- 도 18은 실시예 9로 제조된 발광 소자의 발광 스펙트럼의 그래프이고;
- 도 19는 실시예 10으로 제조된 발광 소자의 전류 밀도-휘도 특성의 그래프이고;
- 도 20은 실시예 10으로 제조된 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성의 그래프이고;
- 도 21은 실시예 10으로 제조된 발광 소자의 휘도-파워 효율 특성의 그래프이고;
- 도 22는 실시예 10으로 제조된 발광 소자의 전압-휘도 특성의 그래프이고;
- 도 23은 실시예 11로 제조된 발광 소자의 전압-휘도 특성의 그래프이고;
- 도 24는 실시예 11로 제조된 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성의 그래프이고;
- 도 25는 실시예 11로 제조된 발광 소자의 휘도-파워 효율 특성의 그래프이고;
- 도 26은 실시예 11로 제조된 발광 소자의 발광 스펙트럼의 그래프이고;
- 도 27은 실시예 11로 제조된 발광 소자의 시간-규격화 휘도 특성의 그래프이고;
- 도 28은 복합 재료의 과장-투과율 특성의 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029]

이하 본 발명의 양태를 기술한다. 그러나, 본 발명은 다양한 모드로 실시될 수 있으며, 본 발명의 취지와 범위로 부터 벗어나지 않고 그 형태와 세부 사항을 다양한 방법으로 변경할 수 있다는 것은 당업자라면 쉽게 이해한다. 따라서, 본 발명은 이하의 양태의 기재내용에 한정하여 해석되어서는 안된다.

[0030] [양태 1]

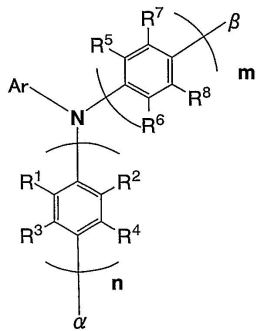
[0031] 본 양태에서 트리아릴아민 유도체는 상술한 α 로 나타내는 나프틸 그룹이 페닐렌 그룹 또는 바이페닐렌 그룹을 통해 중심 질소와 결합된 트리아릴아민 유도체이다. 상기 트리아릴아민 유도체는 상기 나프틸 그룹이 페닐렌 그룹 또는 바이페닐렌 그룹을 통하여 중심 질소와 결합하고 있는 1개 또는 2개의 구조를 갖는다. 2개의 나프틸 그룹이 있는 경우, 두 번째 나프틸 그룹은 상기 화학식 G1에서 β 에 해당한다. 상기 두 번째 나프틸 그룹이 페닐렌 그룹 또는 바이페닐렌 그룹과 결합하는 치환 위치는 1-위치 또는 2-위치일 수 있다는 점을 염두에 두어야 한다. 또한, 상기 나프틸 그룹은 치환체를 추가로 가질 수 있다.

[0032] 또한, 본 양태에서 트리아릴아민 유도체는, 중심의 질소 원자의 3개 결합 중 1개 또는 2개의 결합에 대해 나프틸 그룹이 결합된 페닐렌 그룹 또는 바이페닐렌 그룹은 1개 또는 2개의 결합으로 결합된다; 그리고 2개 중 나머지 또는 1개의 결합이 페닐 그룹 또는 바이페닐 그룹과 결합한다. 또한, 페닐렌 그룹 또는 바이페닐렌 그룹은 치환체를 추가로 가질 수 있다.

[0033] 이러한 구조를 갖는 본 양태의 상기 트리아릴아민 유도체는 충분한 정공 수송성과 넓은 에너지 갭을 동시에 가지고, 상기 트리아릴아민 유도체는 청색 발광의 발광 소자용 재료로서 매우 바람직하게 사용될 수 있는 물질이다.

[0034] 상술한 본 양태의 트리아릴아민 유도체는 하기 화학식 G1로 나타낼 수도 있다.

[0035] 화학식 G1



[0036]

[0037] 상기 화학식 G1에서,

[0038] Ar은 페닐 그룹 또는 바이페닐 그룹을 나타내고;

[0039] α 는 나프틸 그룹을 나타내고;

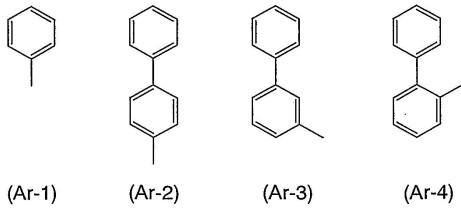
[0040] β 는 수소 또는 나프틸 그룹을 나타낸다.

[0041] 또는, 상기 Ar, α 및 β 는 각각 또 다른 하나 또는 복수의 치환체들을 가질 수 있다. 상기 치환체로서, 탄소수 1 내지 6의 알킬 그룹 및 페닐 그룹을 들 수 있다. 상기 치환체가 탄소수 1 내지 6의 알킬 그룹인 경우 비-사이클릭 알킬 그룹 뿐 아니라 사이클릭 알킬 그룹이 사용될 수도 있다.

[0042] 또한, n 및 m은 각각 독립적으로 1 또는 2를 나타낸다. 즉, n 및 m이 1을 나타내는 경우 이들은 각각 페닐렌 그룹을 나타내고, n 및 m이 각각 2를 나타내는 경우 이들은 각각 바이페닐렌 그룹을 나타낸다. 또한, R¹ 내지 R⁸은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬 그룹, 또는 페닐 그룹을 나타낸다. R¹ 내지 R⁸이 각각 탄소수 1 내지 6의 알킬 그룹인 경우 비-사이클릭 알킬 그룹 뿐 아니라 사이클릭 알킬 그룹도 사용될 수 있다.

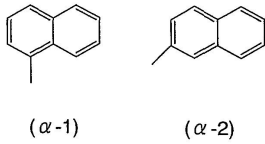
[0043] n 또는 m이 2인 경우, R¹ 내지 R⁸은 아민과 결합한 페닐렌 그룹과 상기 페닐렌 그룹과 결합한 페닐렌 그룹 간에 다를 수 있음을 주목한다. 즉, n 또는 m이 2를 나타내는 경우 상기 화학식 G1의 괄호 안의 그룹이 2개의 페닐렌 그룹이 결합된 바이페닐렌 그룹이더라도, 결합된 2개의 페닐렌 그룹이 다른 치환체를 갖는 경우도 포함된다.

[0044] 구체적으로는, 상기 식 중 Ar로서, 이하의 구조식 (Ar-1) 내지 (Ar-4)로 나타내는 그룹이 주어진다.



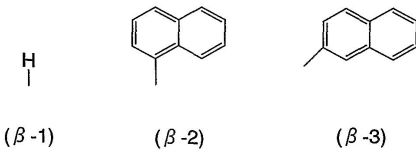
[0045]

[0046] 구체적으로는, 상기 식 중 α 로서 하기 구조식 (α -1) 및 (α -2)로 나타내는 그룹을 들 수 있다.



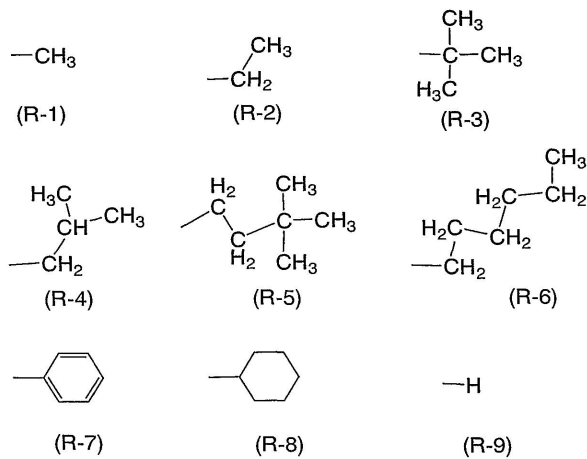
[0047]

[0048] 구체적으로는, 상기 식 중 β 로서 하기 구조식 (β -1) 내지 (β -3)으로 나타내는 그룹을 들 수 있다.



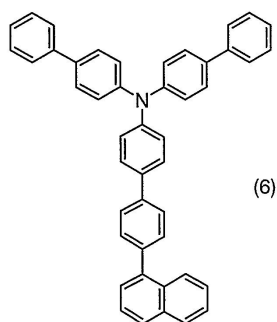
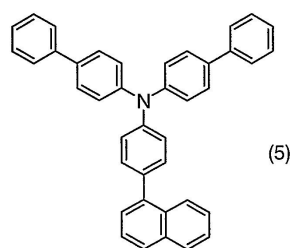
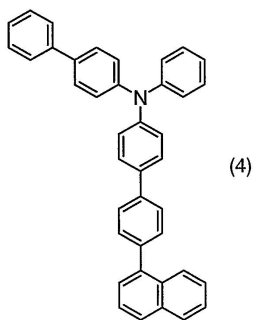
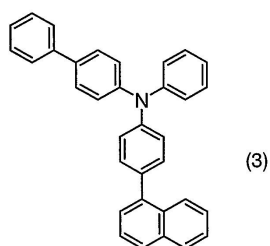
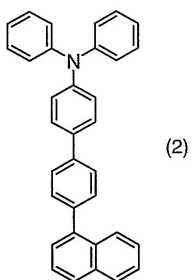
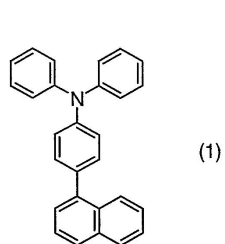
[0049]

[0050] 구체적으로는, 상기 식 중 R^1 내지 R^8 로서 하기 구조식 (R-1) 내지 (R-9)로 나타내는 그룹을 들 수 있다.

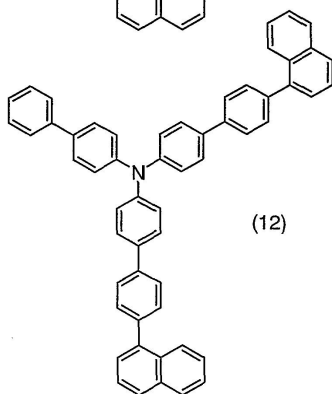
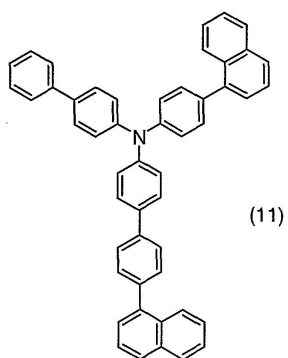
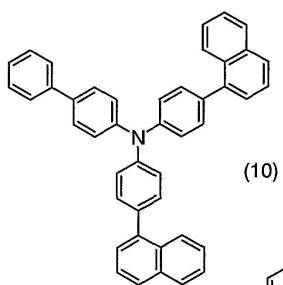
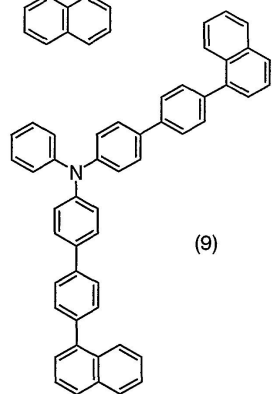
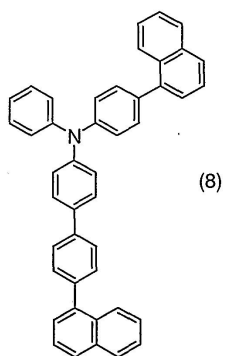
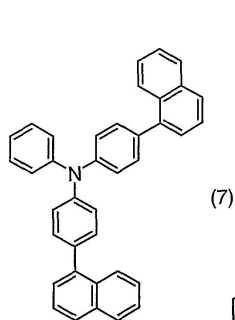


[0051]

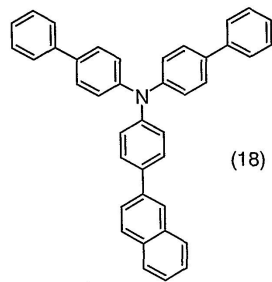
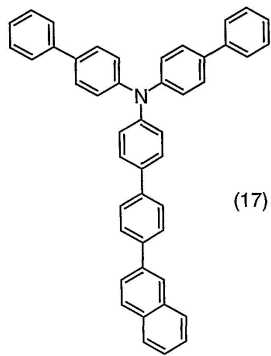
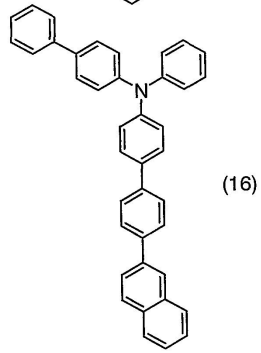
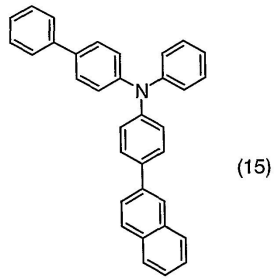
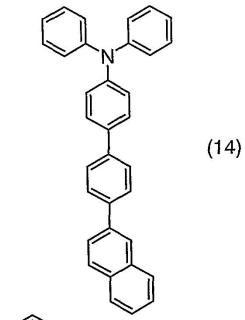
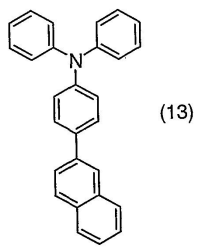
[0052] 화학식 G1로 나타내는 상기 트리아릴아민 유도체의 구체적인 예로서 하기 구조식 (1) 내지 구조식 (87)로 나타내는 트리아릴아민 유도체가 있다. 그러나, 본 발명은 이들 예로 한정되지 않는다.



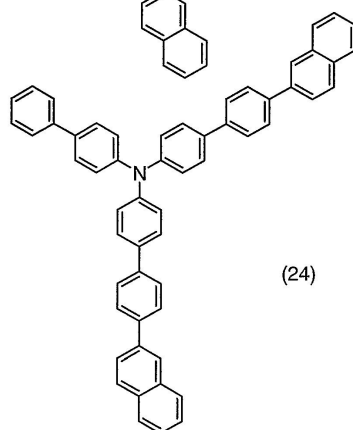
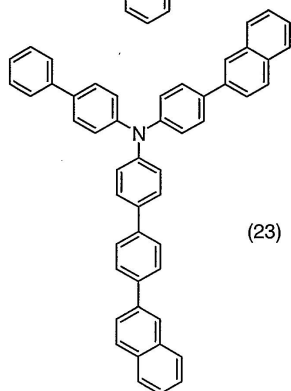
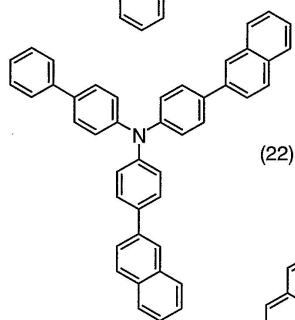
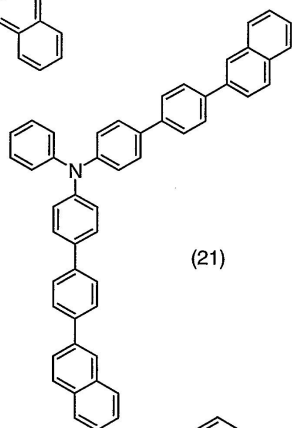
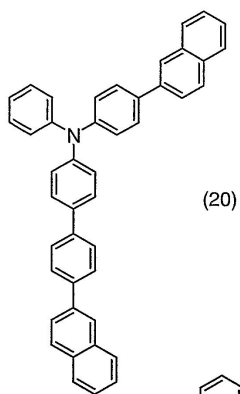
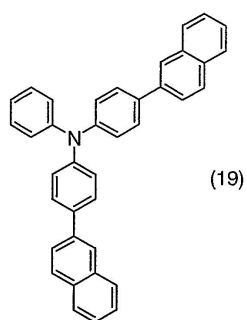
[0053]



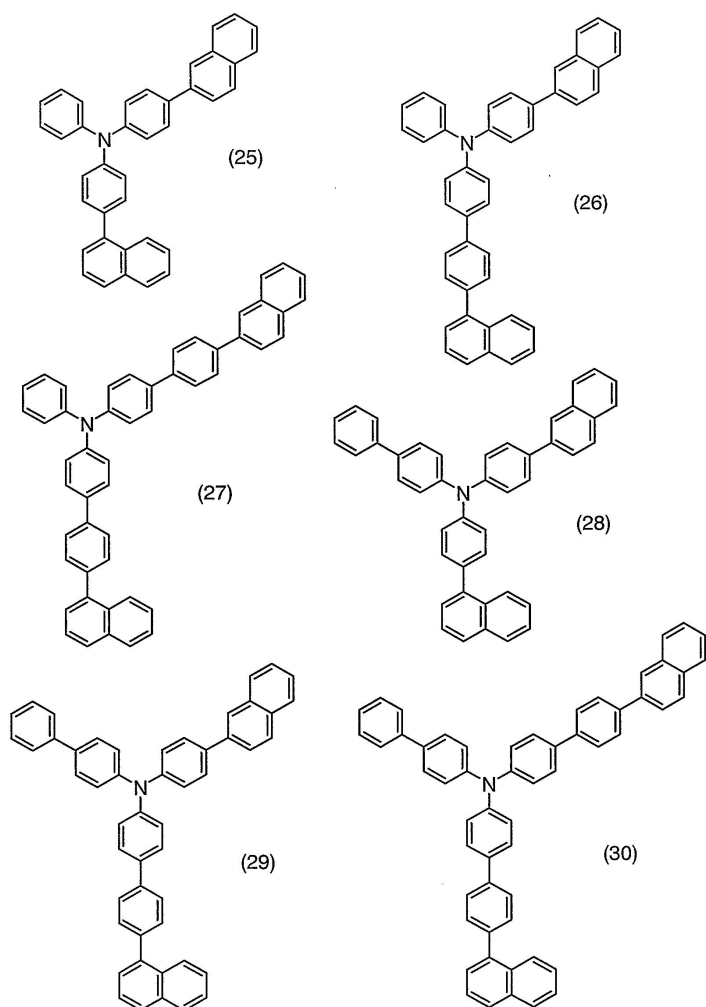
[0054]



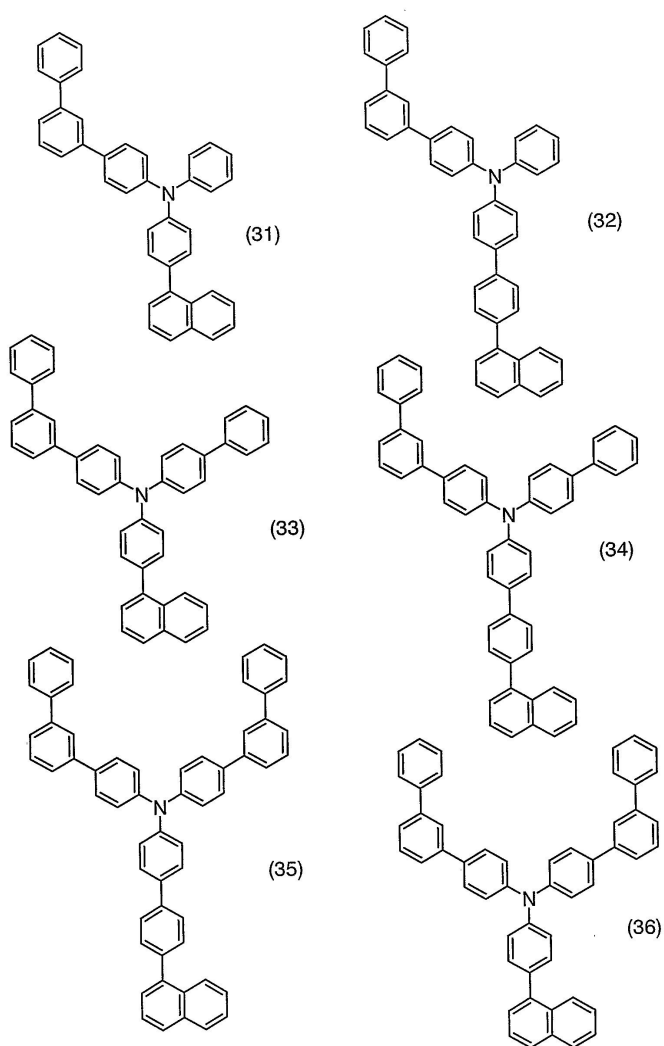
[0055]



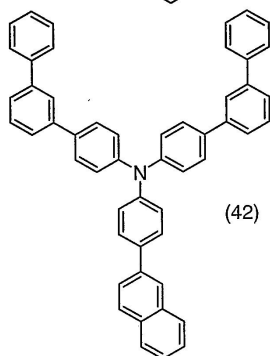
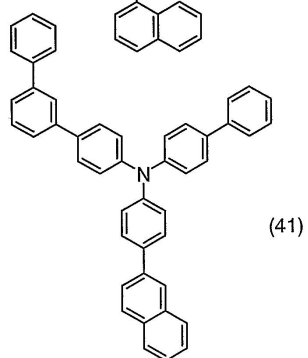
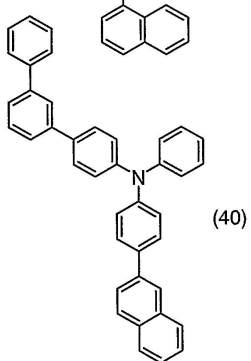
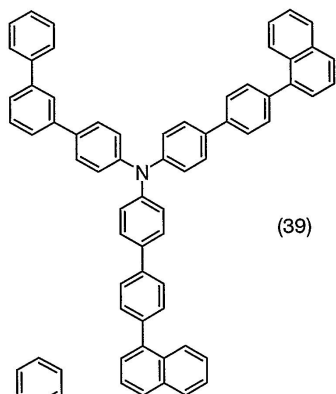
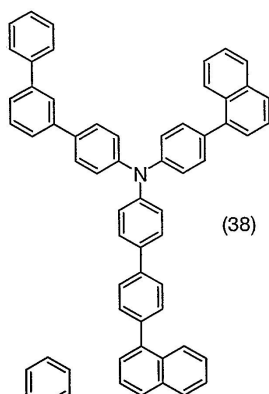
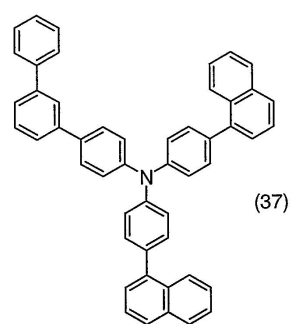
[0056]



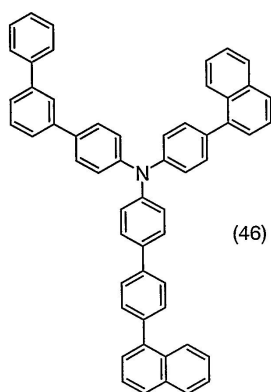
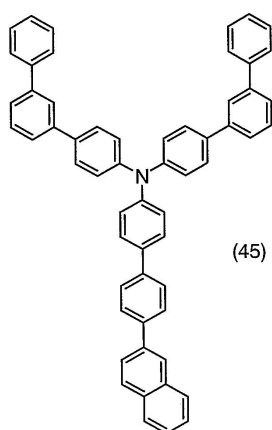
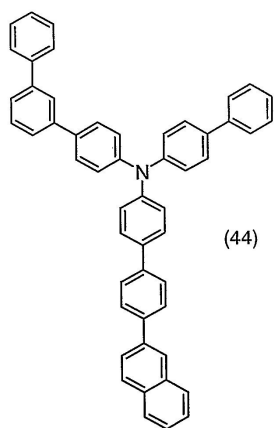
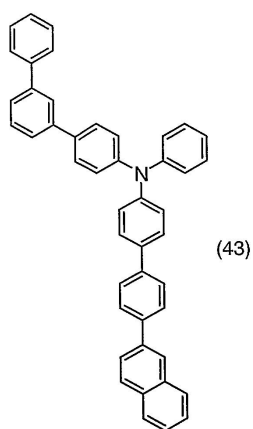
[0057]



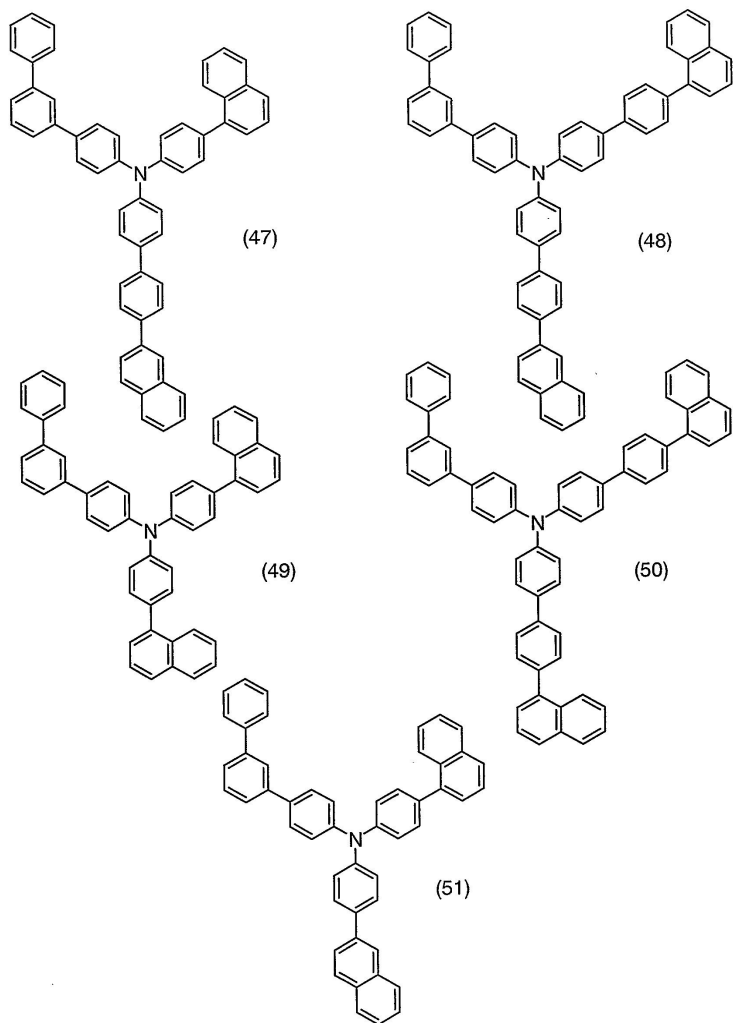
[0058]



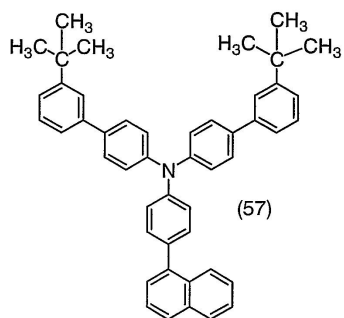
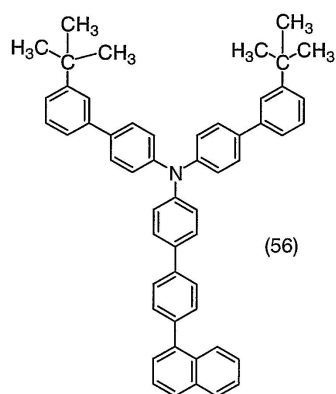
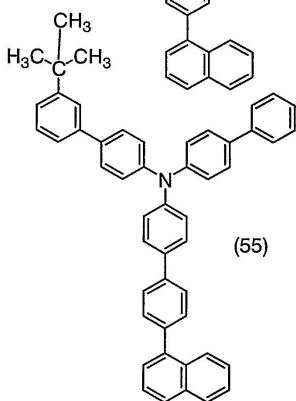
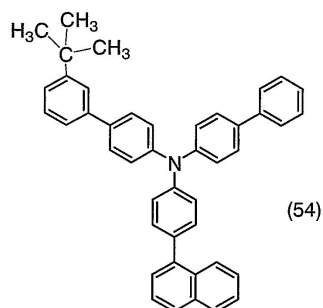
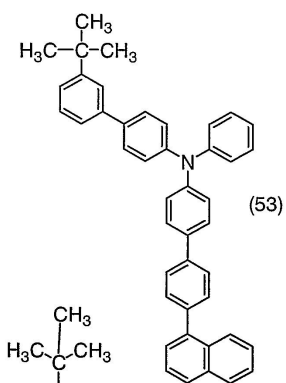
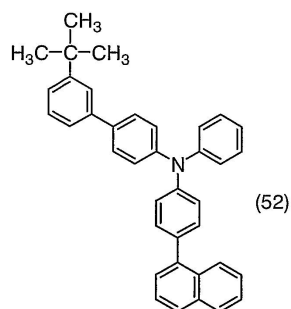
[0059]



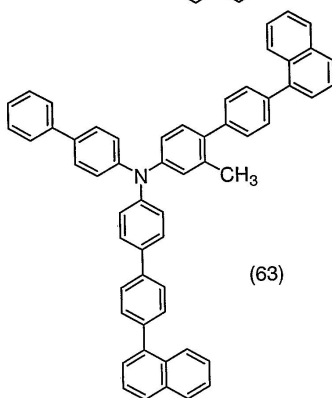
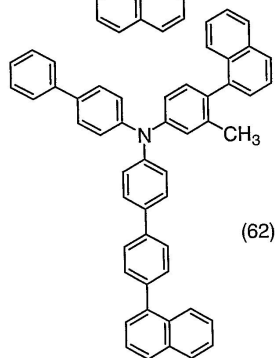
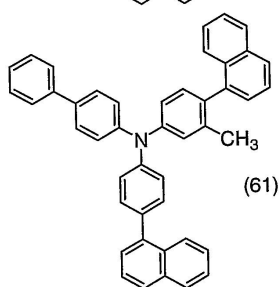
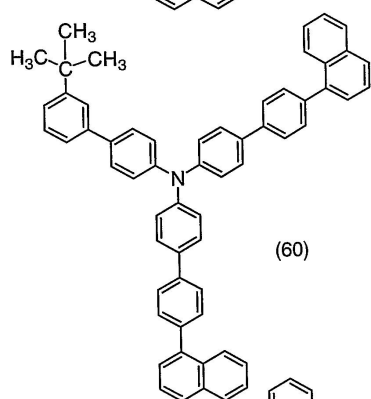
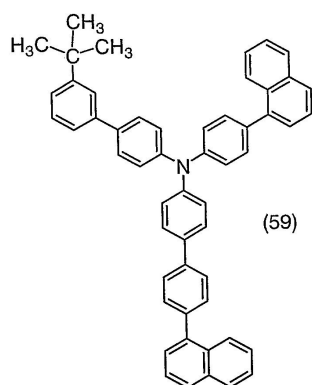
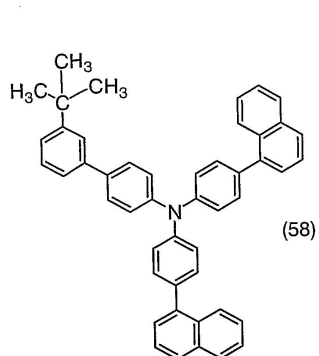
[0060]



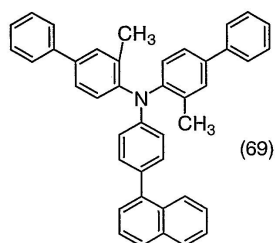
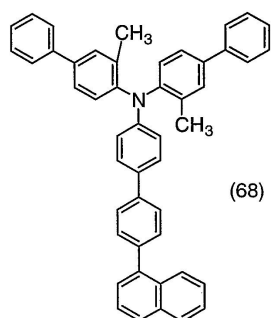
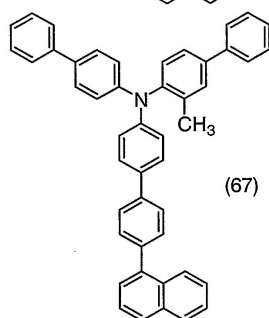
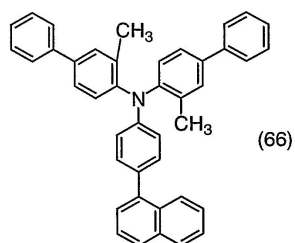
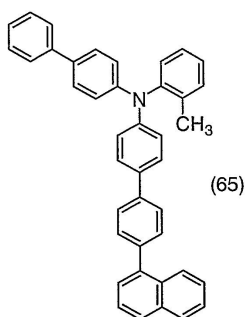
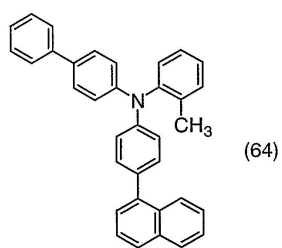
[0061]



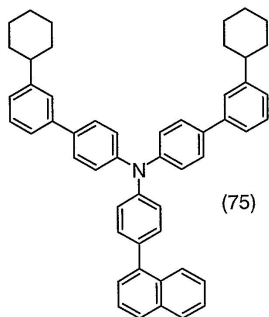
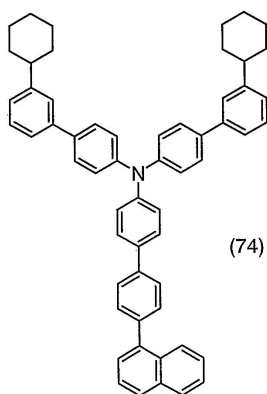
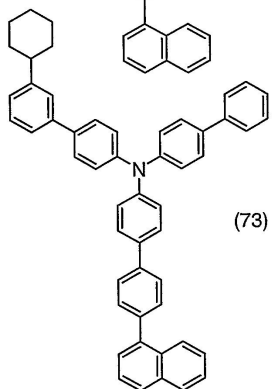
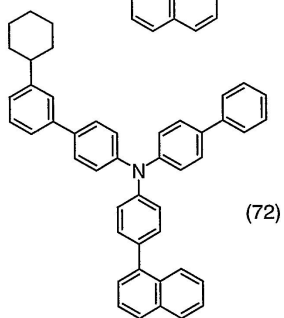
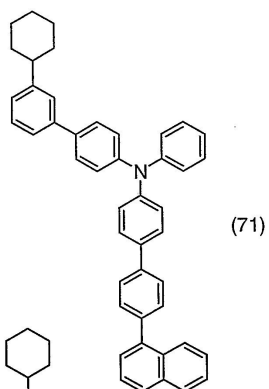
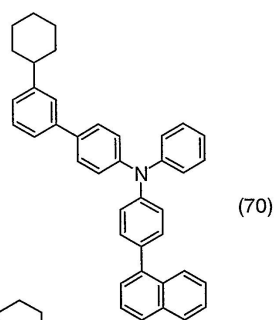
[0062]



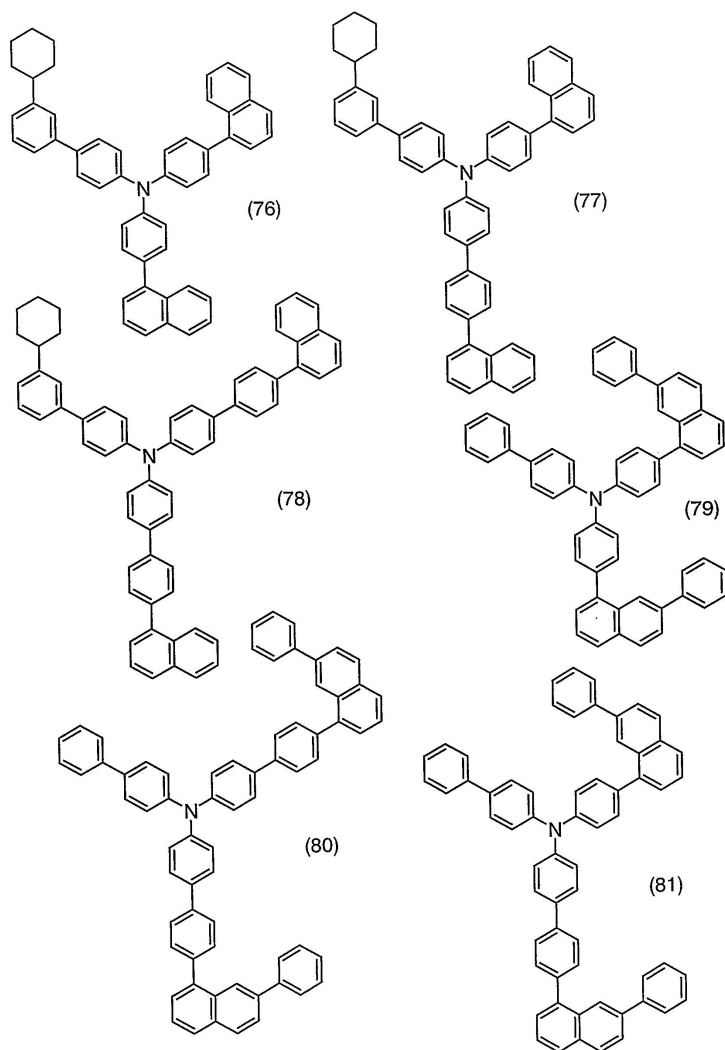
[0063]



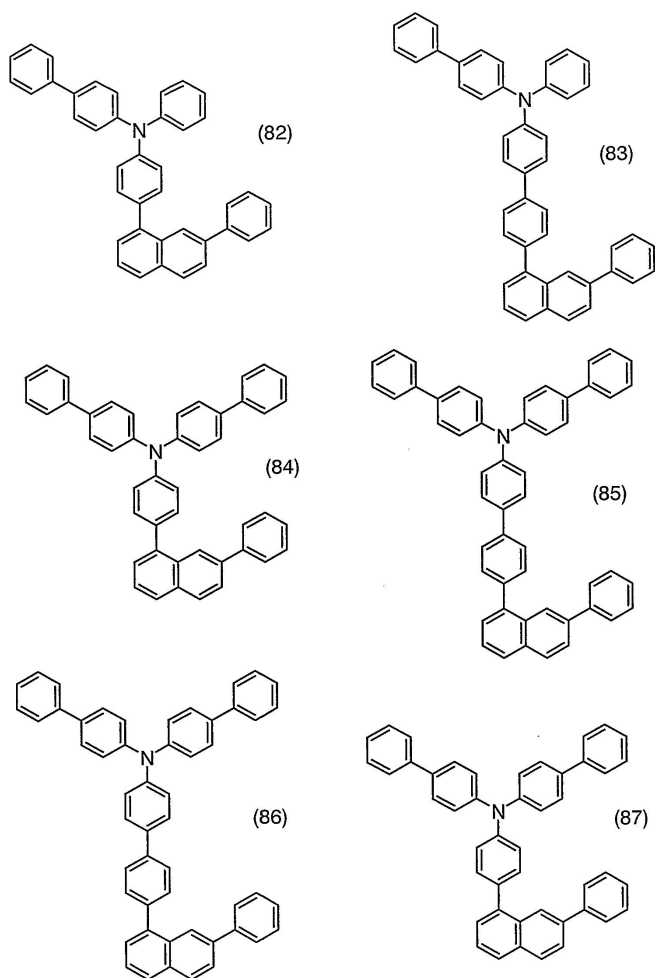
[0064]



[0065]



[0066]



[0067]

[0068]

전술한 본 양태에서 상기 트리아릴아민 유도체는 넓은 에너지 갭 또는 기저 상태와 삼중항 여기 상태 사이의 에너지 차(이하 삼중항 에너지라 함)를 가지고, 청색 형광을 제공하는 발광 소자나 녹색 인광을 제공하는 발광 소자의 호스트 재료 또는 캐리어 운송 재료(특히 정공 수송 재료)로서도 매우 바람직하게 사용될 수 있다. 따라서, 본 양태에서의 상기 트리아릴아민 유도체는 넓은 가시 영역(청색광 내지 적색광)의 발광 파장을 갖는 발광 물질에 대한 호스트 재료 또는 캐리어 수송 재료로서 사용될 수 있으며, 이로써 효율적으로 발광시킬 수 있다. 또한, 복수의 적색, 녹색 및 청색 화소를 포함하는 발광 장치의 경우, 발광 소자를 형성하는 공정에서 호스트 재료 또는 캐리어 수송 재료의 종류를 통일할 수도 있으며, 따라서, 공정을 간소화할 수 있으며 재료 이용 효율도 높아 바람직하다.

[0069]

[양태 2]

[0070]

계속하여 양태 1에 기재한 트리아릴아민 유도체의 합성 방법을 본 양태에서 기술할 것이다.

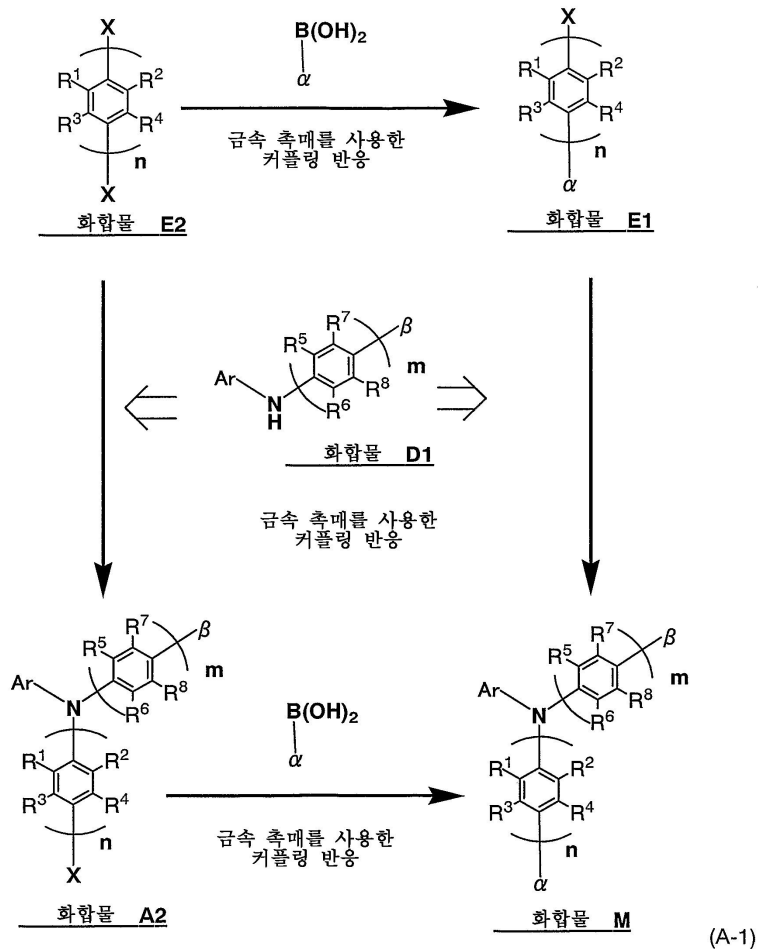
[0071]

<합성 방법 1>

[0072]

본 합성 방법에서, 양태 1에 기재한 트리아릴아민 유도체인 다음의 화합물 M은 두 가지 방법, <합성 방법 1-1>과 <합성 방법 1-2>에 의해 합성된다. 우선, 상기 화합물 M은 본 합성 방법에서 반응식 A-1에 의해 합성된다. 반응식 A-1은 출발 물질로 사용된 디할로젠화 아릴(화합물 E2)을 2급 아릴아민(화합물 D1)과의 커플링 및 아릴보론산과의 커플링을 통해 상기 화합물 M의 합성 방법을 나타낸다. 상기 화합물 D1은 중심 질소에 Ar로 나타낸 아릴 그룹과 β 를 갖는 아릴 그룹이 결합한 2급 아릴아민이다.

[0073] 반응식 A-1



[0074]

[0075] 반응식 A-1에 의한 합성 방법에서, 2급 아릴아민(화합물 D1) 또는 아릴보론산 중 어느 것이라도 할로젠화 아릴(화합물 E2)과 먼저 커플링시킬 수 있다.

[0076] <합성 방법 1-1>

[0077] 여기서, 디할로젠화 아릴(화합물 E2)과 2급 아릴아민(화합물 D1)을 커플링시켜 3급 아릴아민을 합성한 다음, 상기 3급 아릴아민에 아릴보론산을 커플링시키는 방법을 나타낸다.

[0078] 2급 아릴아민(화합물 D1)과 할로젠화 아릴(화합물 E2)을 커플링하기 위해서, 염기 존재하에 금속 촉매를 사용한 합성 방법을 적용할 수 있다. 따라서, 3급 아릴아민인 화합물 A2를 합성할 수 있다. 화합물 A2는 Ar로 나타내는 아릴 그룹, β 를 갖는 아릴 그룹 및 X로 나타내는 할로젠 그룹을 갖는 아릴 그룹이 중심 질소에 결합된 3급 아릴아민이다.

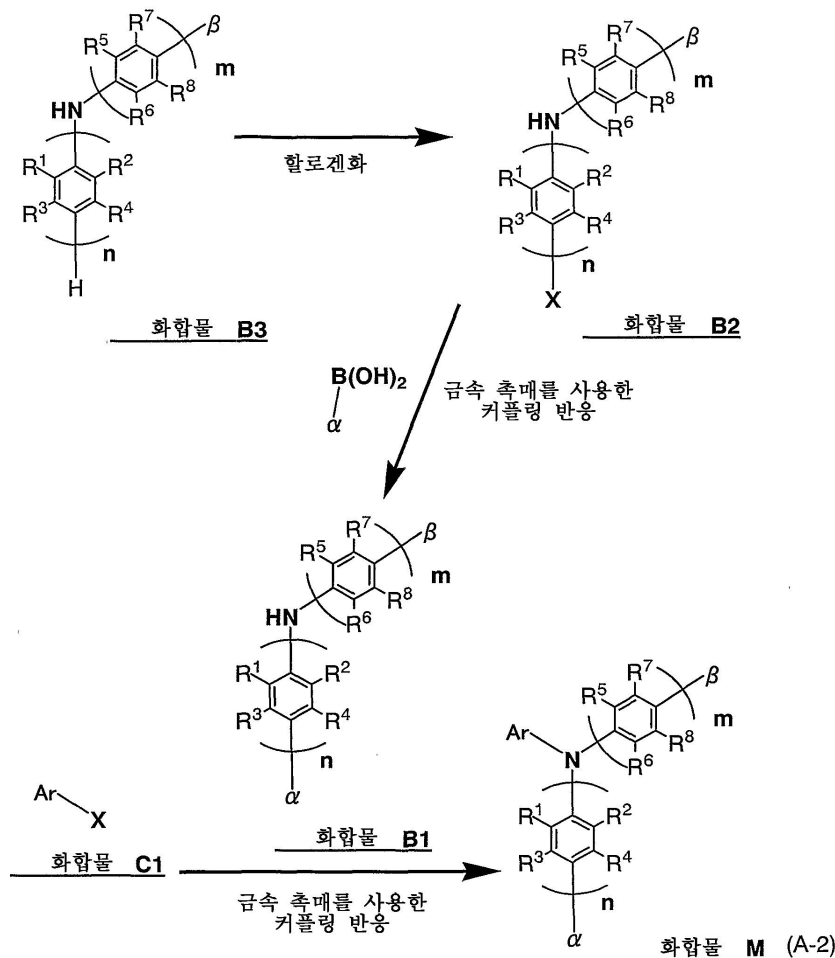
[0079] 상기 반응에서 버치발트-하트위그 반응(Burkhardt-Hartwig reaction)을 사용할 경우에 대해 나타낸다. 금속 촉매로 사용될 수 있는 팔라듐 촉매로는, 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐(0), 팔라듐(II) 아세테이트 등을 들 수 있다. 상기 팔라듐 촉매의 리간드로는, 트리(3급-부틸)포스핀, 트리(n-헥실)포스핀, 트리스아이클로헥실포스핀, 1,1-비스(디페닐포스피노)페로센(약칭: DPPF) 등을 들 수 있다. 염기로 사용할 수 있는 물질로는, 나트륨 3급-부톡사이드와 같은 유기 염기, 탄산칼륨과 같은 무기 염기 등을 들 수 있다. 또한, 상기 반응은 용액에서 행하는 것이 바람직하며, 상기 반응에 사용될 수 있는 용매로는 톨루엔, 크실렌, 벤젠 등을 들 수 있다. 그러나, 사용될 수 있는 촉매, 리간드, 염기 및 용매가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0080] 상기 반응에서 울만 반응(Ullmann reaction)을 사용하는 경우에 대해 나타낸다. 구리 촉매를 금속 촉매로서 사용할 수 있고, 구리 촉매로는 요오드화구리(I) 및 아세트산구리(II)를 들 수 있다. 염기로 사용될 수 있는 물질로는, 탄산칼륨과 같은 무기 염기를 들 수 있다. 상기 반응은 용매 중에서 수행하는 것이 바람직하며, 상기 반응에서 사용될 수 있는 용매로서는 1,3-디메틸-3,4,5,6-테트라하이드로-2(1H)-피리미딘(약칭: DMPU), 톨루엔, 크실렌, 벤젠 등을 들 수 있다. 그러나, 사용될 수 있는 촉매, 염기 및 용매가 이에 한정되는 것은

아니다.

- [0081] 올만 반응에서는 반응 속도가 100℃ 이상일 때 목적물이 보다 단시간에 고수율로 수득될 수 있기 때문에, 염기로서 비점이 높은 DMPU 또는 크실렌을 사용하는 것이 바람직하다. 반응 온도는 150℃ 이상의 온도가 바람직하기 때문에, 보다 바람직하게는 DMPU를 사용한다.
- [0082] 상기한 바와 같이 수득한 할로젠 그룹을 갖는 3급 아릴아민(화합물 A2)는 아릴보론산을 염기의 존재 하에 금속 촉매를 사용하여 커플링함으로써, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 화합물 M을 합성할 수 있다. 아릴보론산은, α로 나타내는 아릴 그룹을 갖는 아릴보론산을 사용한다.
- [0083] 상기한 바와 같이, 할로젠 그룹을 갖는 3급 아릴아민(화합물 A2)에 아릴보론산을 커플링하는 반응으로서, 다양한 반응들이 있다. 이의 예로서, 스즈키-미야우라 반응(Suzuki-Miyaura reaction)을 들 수 있다.
- [0084] 상기 반응을 스즈키-미야우라 반응을 수행하는 경우에 대해 서술하도록 한다. 금속 촉매로 사용될 수 있는 팔라듐 촉매로는, 팔라듐(II) 아세테이트, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0), 비스(트리페닐포스핀)팔라듐(II)디클로라이드 등을 들 수 있다. 상기 팔라듐 촉매의 리간드로서, 트리(오르토-톨릴)포스핀, 트리페닐포스핀, 트리사이클로헥실포스핀 등을 들 수 있다. 또한, 상기 염기로서, 나트륨 3급-부톡사이드와 같은 유기 염기, 탄산칼륨과 같은 무기 염기를 들 수 있다. 반응은 용매 중에서 수행하는 것이 바람직하며, 사용할 수 있는 용매로는 톨루엔과 물의 혼합 용매; 톨루엔, 에탄올과 같은 알콜 및 물의 혼합 용매; 크실렌과 물의 혼합 용매; 크실렌, 에탄올과 같은 알콜 및 물의 혼합 용매; 벤젠과 물의 혼합 용매; 벤젠, 에탄올과 같은 알콜 및 물의 혼합 용매; 에틸렌글리콜디메틸에테르와 같은 에테르와 물의 혼합 용매 등을 들 수 있다. 그러나, 사용될 수 있는 촉매, 리간드, 염기 및 용매가 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 상기 반응식에서 유기알루미늄염, 유기지르코늄, 유기아연, 유기주석 화합물 등이 아릴보론산 대신에 사용될 수도 있다.
- [0085] <합성 방법 1-2>
- [0086] 본 합성 방법에서는, 디할로젠화 아릴(화합물 E2)와 아릴보론산을 먼저 커플링시켜 모노할로젠화 아릴(화합물 E1)을 합성한 다음, 상기 모노할로젠화 아릴(화합물 E1)에 2급 아릴아민(화합물 D1)을 커플링시키는 방법을 나타낸다. 이 반응에서, 아릴보론산은 α로 나타내는 아릴 그룹을 갖는 아릴보론산을 사용한다.
- [0087] 디할로젠화 아릴(화합물 E2)와 아릴보론산을 커플링시키기 위하여, 염기 존재 하에서 금속 촉매를 사용하여 반응을 수행할 수도 있다. 반응의 예로서는, 스즈키-미야우라 반응을 들 수 있다. 스즈키-미야우라 반응을 사용해서 반응을 수행하는 경우에 합성 방법 1-1의 기재와 동일하게 합성을 수행할 수 있다. 합성 방법에서의 설명이 반복될 수 있기 때문에, 자세한 기재는 생략하고 합성 방법 1-1의 스즈키-미야우라 반응에 관한 기재를 참조한다. 이 반응에 의해 치환체 α를 갖는 모노할로젠화 아릴인 화합물 E1을 합성할 수 있다.
- [0088] 이 후, 합성된 모노할로젠화 아릴(화합물 E1)과 상기 2급 아릴아민(화합물 D1)을 염기 존재 하에 금속 촉매를 사용하여 커플링함으로써, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 화합물 M을 합성할 수 있다. 당해 반응에 사용되는 커플링 반응으로는 다양한 반응들이 있다. 이의 대표적인 예로는, 버치발트-하트위그 반응, 올만 반응 등을 들 수 있다. 버치발트-하트위그 반응 또는 올만 반응을 사용하는 반응에 대해서는 합성 방법 1-1에 상술하였으며, 이 반응도 동일한 방법으로 수행될 수 있다. 따라서, 합성 방법에서 설명이 반복될 수 있으므로 생략하고 합성 방법 1-1의 버치발트-하트위그 반응 및 올만 반응에 관한 기재를 참조한다.
- [0089] <합성 방법 2>
- [0090] 본 합성 방법에서, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 하기 화합물 M을 반응식 A-2에 의해 합성한다. 반응식 A-2는 출발 물질로 사용되는 2급 아릴아민(화합물 B3)을, 화합물 B3의 아릴 그룹의 말단 그룹을 할로젠화한 후, 아릴보론산과 커플링되는 물질(화합물 B1)과 할로젠화 아릴과 커플링시킴으로써 상기 화합물 M을 합성하는 방법을 나타낸다.

[0091] 반응식 A-2



[0092]

[0093] 이 반응식 A-2에서는, 치환체 β 를 갖는 2급 아릴아민인 화합물 B3의 아릴 그룹의 말단 그룹의 수소를 할로젠화제를 사용해서 우선 할로젠화하고, 치환체 β 를 갖는 2급 아릴아민의 할로젠화물(화합물 B2)를 수득한다. 할로젠화제로서, N-브로모석신이미드(약칭: NBS), N-요오도석신이미드(약칭: NIS), 브롬, 요오드, 요오드화칼륨 등을 사용할 수 있다. 할로젠화제로서, N-브로모석신이미드(약칭: NBS) 또는 브롬과 같은 브롬화물을 사용하는 것이 보다 염가로 합성할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0094]

계속해서, 화합물 B2와 아릴보론산을 커플링시켜 화합물 B1로 나타낸 2급 아릴아민을 합성한다. 할로젠 그룹을 갖는 2급 아릴아민(화합물 B2)과 아릴보론산을 커플링시키기 위해서는, 염기 존재하에 금속 촉매를 사용하여 반응을 수행할 수 있다. 반응의 예로는, 스즈키-미야우라 반응을 들 수 있다. 스즈키-미야우라 반응을 사용해서 반응을 수행하는 경우, 합성 방법 1-1에 기재된 합성 방법과 동일한 방법으로 합성을 수행한다. 합성 방법에 대한 기재가 반복될 수 있으므로 자세한 기재는 생략하고 합성 방법 1-1의 스즈키-미야우라 반응에 대한 기재를 참조한다. 이 반응에 의해 치환체 α 와 치환체 β 를 갖는 2급 아릴아민인 화합물 B1을 합성할 수 있다. 할로젠화를 위한 할로젠화제로는, N-요오도석신이미드(약칭: NIS), 요오드 또는 요오드화칼륨과 같은 요오드화물을 사용하고 치환을 위한 할로젠으로 요오드를 선택하는 것은, 이 커플링 반응이 보다 단시간으로 효율적으로 발생하기 때문에 바람직하다.

[0095]

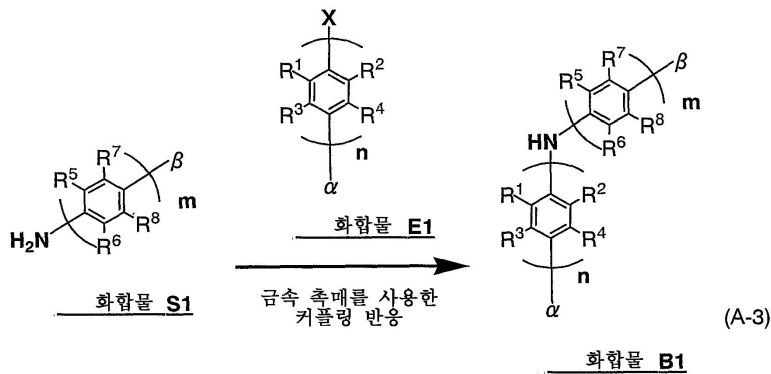
다음으로, 2급 아릴아민인 상기 화합물 B1과 화합물 C1로 나타낸 할로젠화 아릴을 커플링시켜, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 화합물 M을 합성할 수 있다. 상기 반응에 사용되는 커플링 반응으로는 다양한 반응이 있다. 이의 대표적인 예로는, 버치발트-하트위그 반응, 울만 반응 등을 들 수 있다. 버치발트-하트위그 반응 또는 울만 반응을 사용한 반응에 대해서는 합성 방법 1-1에 상세히 기재되어 있고, 이 반응 또한 동일한 방법으로 수행될 수 있다. 따라서, 합성 방법에 대한 기재가 반복될 수 있으므로 기재는 생략하고 합성 방법 1-1의 버치발트-하트위그 반응 또는 울만 반응에 대한 기재를 참조한다.

[0096]

상기한 바와 같이, 화합물 B1은 2급 아릴아민(화합물 B3)을 할로젠화하고 아릴보론산과 커플링함으로써 수득할

수 있다. 또는, 반응식 A-3에서와 같이, 1급 아릴아민(화합물 S1)과 모노할로젠화 아릴(화합물 E1)을 커플링함으로써 합성하는 방법이 있다. 상기 반응에 사용되는 커플링 반응으로는 다양한 반응이 있다. 이의 대표적인 예로는, 버치발트-하트위그 반응, 울만 반응 등을 들 수 있다. 버치발트-하트위그 반응 또는 울만 반응을 사용한 반응에 대한 상세한 설명은 합성 방법 1-1에서 서술되었고, 이 반응 또한 동일한 방법으로 수행될 수 있다. 따라서, 합성 방법에 대한 기재가 반복될 수 있으므로 기재는 생략하고 합성 방법 1-1의 버치발트-하트위그 반응 또는 울만 반응에 대한 기재를 참조한다.

[0097] 반응식 A-3



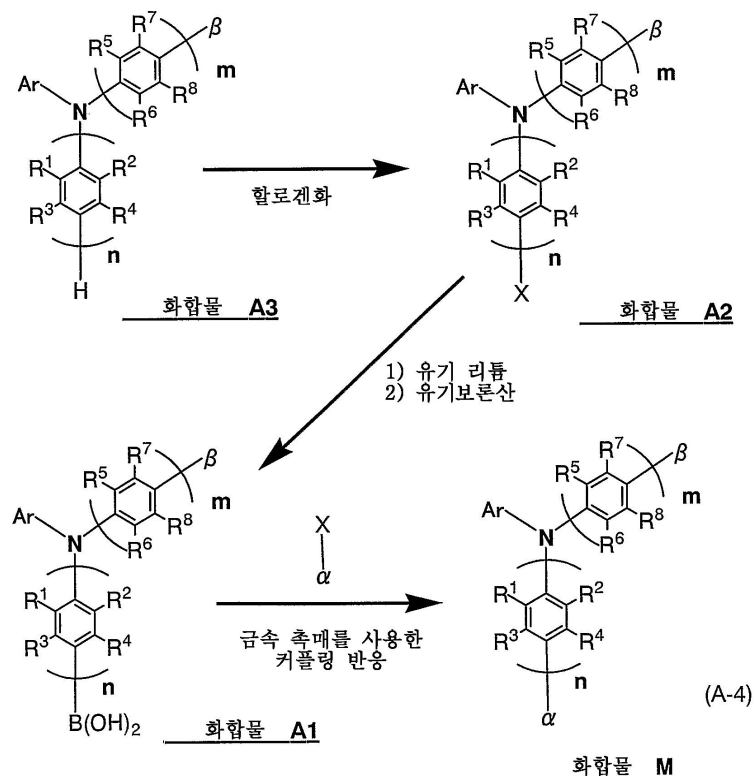
[0098]

[0099] 버치발트-하트위그 반응을 상기 2급 아릴아민(화합물 B1)의 합성에 사용하는 경우, 1급 아릴아민(화합물 S1)과 할로젠화 아릴이 1:1의 당량의 높은 수율로 반응될 수 있으며, 이는 바람직하다.

[0100] <합성 방법 3>

[0101] 본 합성 방법에서는, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 하기 화합물 M을 반응식 A-4에 의해 합성한다. 반응식 A-4는 출발 물질로 사용된 3급 아릴아민(화합물 A3)을, 상기 화합물 A3의 아릴 그룹의 말단 그룹을 할로젠화한 후, 보론 산화하고, 상기 보론 산화된 물질(화합물 A1)과 할로젠화 아릴을 커플링함으로써 상기 화합물 M의 합성 방법을 나타낸다.

[0102] 반응식 A-4



[0103]

[0104] 3급 아릴아민(화합물 A3)은 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 화합물 M에서 α로 나타난 부분이 수소인

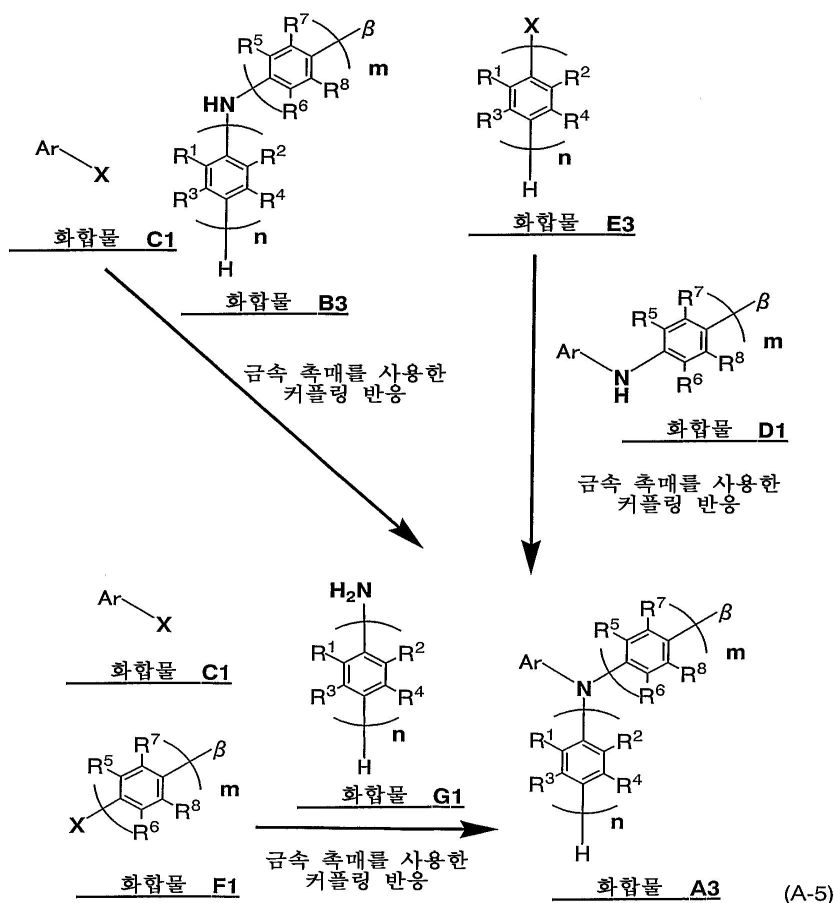
화합물이다. 따라서, 수소 부분을 할로젠화함으로써 화합물 M에서 α 로 나타낸 부분이 할로젠인 할로젠화 아릴(화합물 A2)를 합성할 수 있다. 할로젠화는 할로젠화제를 사용하여 수행할 수 있다. 할로젠화제로서, N-브로모석신이미드(약칭: NBS), N-요오도석신이미드(약칭: NIS), 브롬, 요오드, 요오드화칼륨 등을 사용할 수 있다. 할로젠화제로서, N-브로모석신이미드(약칭: NBS) 또는 브롬과 같은 브롬화물을 사용하는 것이 보다 염가로 합성할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0105] 계속해서, 수득한 할로젠화 아릴(화합물 A2)를 보론 산화하여 아릴보론산(화합물 A1)을 합성한다. 아릴보론산(화합물 A1)의 합성은 유기리튬 및 유기보론산을 사용하는 방법으로 수행될 수 있다. 또한, n-부틸리튬, 메틸리튬 등을 유기리튬으로 사용할 수 있다. 트리메틸 보레이트, 이소프로필 보레이트 등을 유기보론산으로서 사용할 수 있다.

[0106] 그 후, 합성된 아릴보론산(화합물 A1)을 α 로 나타내는 아릴 그룹과 할로젠이 결합된 할로젠화 아릴과 커플링함으로써, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 화합물 M을 합성할 수 있다. 아릴보론산(화합물 A1)과 α 로 나타내는 아릴 그룹과 할로젠이 결합된 할로젠화 아릴을 커플링시키기 위해서, 반응은 염기 존재하에 금속 촉매를 사용하여 수행할 수도 있다. 반응의 예로는 스즈키-미야우라 반응을 들 수 있다. 스즈키-미야우라 반응을 사용하여 반응을 수행하는 경우, 합성은 합성 방법 1-1에 기재된 합성과 동일한 방법으로 수행된다. 합성 방법에 대한 기재가 반복될 수 있으므로 자세한 기재는 생략하고 합성 방법 1-1의 스즈키-미야우라 반응에 대한 기재를 참조한다. 할로젠화를 위한 할로젠화제로는, N-요오도석신이미드(약칭: NIS), 요오드 또는 요오드화칼륨과 같은 요오드화물을 사용하고 치환을 위한 할로젠으로 요오드를 선택하는 것은, 이 커플링 반응이 보다 단시간으로 효율적으로 발생하기 때문에 바람직하다는 것을 주목해야 한다.

[0107] 하기 반응식 A-5에서, 반응식 A-4의 출발 물질로 사용되는 화합물 A3의 합성 방법을 나타낸다. 이 반응식 A-5에서는 2급 아릴아민(화합물 B3)과 할로젠화 아릴(화합물 C1)의 커플링 방법; 2급 아릴아민(화합물 D1)과 할로젠화 아릴(화합물 E3)의 커플링 방법; 및 2종의 할로젠화 아릴(화합물 C1과 화합물 F1)과 1급 아릴아민(화합물 G1)을 커플링하는 방법을 나타내지만, 화합물 A3의 합성 방법이 이에 한정되지 않는다:

[0108] 반응식 A-5



[0109]

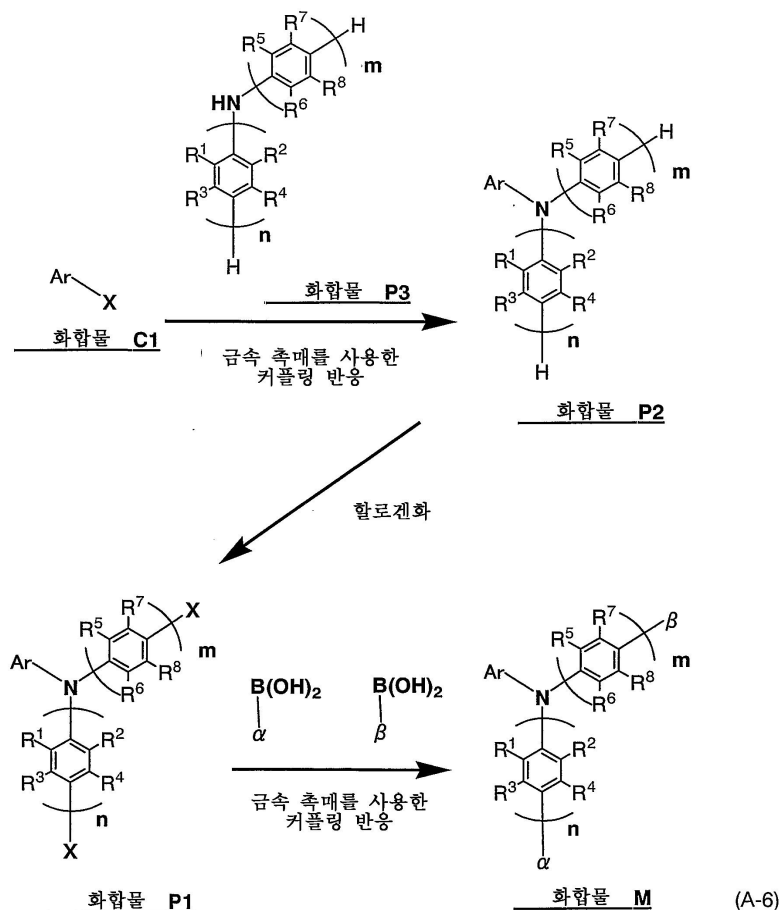
[0110] 상기 커플링 반응에는, 금속 촉매를 사용한 커플링 반응을 사용할 수 있다. 이러한 반응으로는 다양한 반응들

이 있다. 이의 대표적인 예로는, 버치발트-하트위그 반응, 울만 반응 등을 들 수 있다. 버치발트-하트위그 반응 또는 울만 반응을 사용한 반응에 대한 상세한 설명은 합성 방법 1-1에서 서술되었고, 이 반응 또한 동일한 방법으로 수행될 수 있다. 따라서, 합성 방법에 대한 기재가 반복될 수 있으므로 기재는 생략하고 합성 방법 1-1의 버치발트-하트위그 반응 또는 울만 반응에 대한 기재를 참조한다. 두 종류의 할로겐화 아릴(화합물 C1 및 화합물 F1)과 1급 아릴아민(화합물 G1)을 커플링하는 방법에서, 화합물 C1 및 화합물 F1이 동일한 경우(X는 다를 수 있음), 화합물 A3를 고수율로 수득할 수 있으므로 바람직하다. 또한, 이 반응에서 상기한 울만 반응을 사용하는 경우, 1급 아릴아민에 대하여 2당량의 할로겐화 아릴을 보다 효율적으로 반응시킬 수 있고, 바람직하다.

[0111] <합성 방법 4>

[0112] 이 합성 방법에서는, 양태 1에 기재된 트리아릴아민인 하기 화합물 M을 반응식 A-6과 반응식 A-7의 2개의 반응식에 의해 합성한다. 반응식 A-6은 할로겐화 아릴(화합물 C1)과 2급 아릴아민(화합물 P3)을 커플링하여 3급 아릴아민(화합물 P2)를 합성하고, 상기 3급 아릴아민(화합물 P2)의 3개의 아릴 그룹 중에 2개의 아릴 그룹의 말단 그룹을 할로겐화하여 3급 아릴아민의 디할로겐화물(화합물 P1)을 합성하고; 그 후, 아릴보론산과 화합물 P1을 커플링함으로써 상기 화합물 M의 합성 방법을 나타낸다.

[0113] 반응식 A-6



[0114]

[0115] 우선, 할로겐화 아릴(화합물 C1)과 2급 아릴아민(화합물 P3)을 커플링함으로써 3급 아릴아민(화합물 P2)를 합성한다. 여기에서, 화합물 P2는 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 화합물 M에서 α와 β 둘 다가 수소인 화합물이다. 상기 커플링 반응에는, 금속 촉매를 사용한 커플링 반응을 사용할 수 있다. 이러한 반응에는 다양한 반응들이 있다. 이의 대표적인 예로는, 버치발트-하트위그 반응, 울만 반응 등을 들 수 있다. 버치발트-하트위그 반응 또는 울만 반응을 사용한 반응에 대한 상세한 설명은 합성 방법 1-1에서 서술되었고, 이 반응 또한 동일한 방법으로 수행될 수 있다. 따라서, 합성 방법에 대한 기재가 반복될 수 있으므로 기재는 생략하고 합성 방법 1-1의 버치발트-하트위그 반응 또는 울만 반응에 대한 기재를 참조한다.

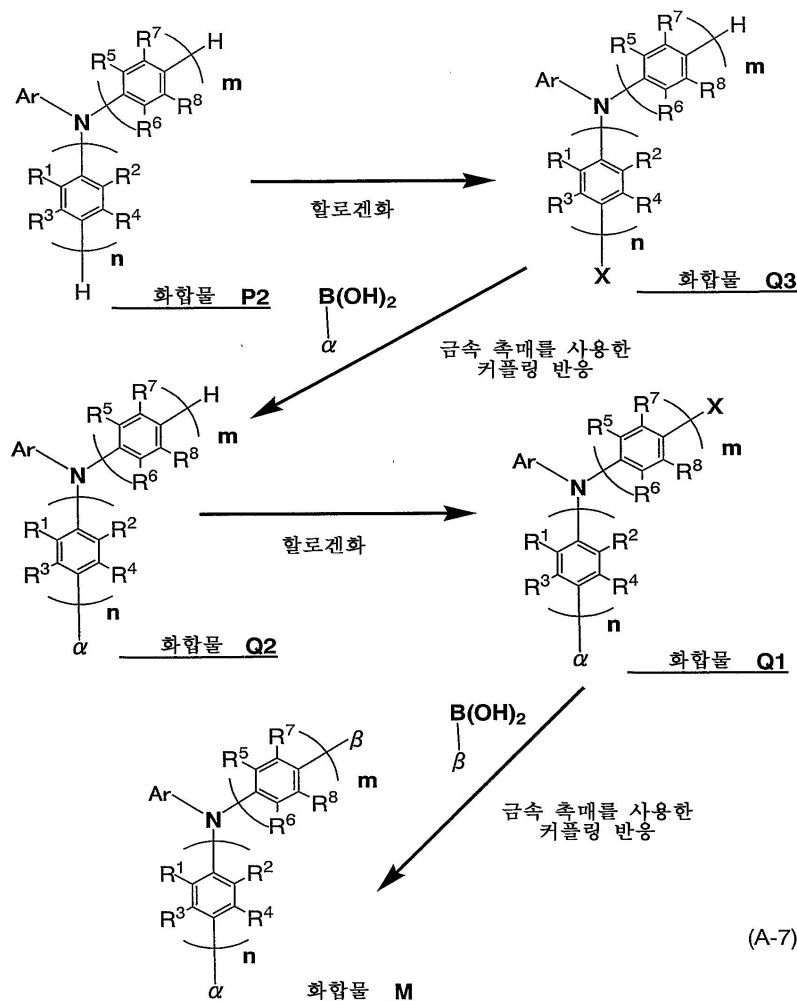
[0116] 계속해서, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 화합물 M에서 α와 β의 위치에 상응하는 화합물 P2의 수소를 할로겐화함으로써 디할로겐화 아릴(화합물 P1)을 합성한다. 할로겐화 반응은 할로겐화제를 사용하여 수행할

수 있다. 할로젠화제로서, N-브로모석신이미드(약칭: NBS), N-요오도석신이미드(약칭: NIS), 브롬, 요오드, 요오드화칼륨 등을 사용할 수 있다. 할로젠화제로서, N-브로모석신이미드(약칭: NBS) 또는 브롬과 같은 브롬화물을 사용하는 것이 보다 염가로 합성할 수 있기 때문에 바람직하다. 할로젠화제는 화합물 P2에 대하여 바람직하게는 2당량 이상, 보다 바람직하게는 2당량(규정도)임을 주목해야 한다.

[0117] 그 후, 디할로젠화 아릴(화합물 P1)과 α 로 나타내는 아릴 그룹을 갖는 아릴보론산 및 β 로 나타내는 아릴 그룹을 갖는 아릴보론산을 커플링함으로써 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 화합물 M을 합성할 수 있다. 아릴보론산과 디할로젠화 아릴(화합물 P1)을 커플링시키기 위해서, 염기 존재하에 금속 촉매를 사용하여 반응을 실시할 수도 있다. 반응의 예로는 스즈키-미야우라 반응을 들 수 있다. 스즈키-미야우라 반응을 사용하여 반응을 수행하는 경우, 상기 합성은 합성 방법 1-1에 기재된 합성과 동일한 방법으로 수행된다. 합성 방법에 대한 기재가 반복될 수 있으므로 자세한 기재는 생략하고 합성 방법 1-1의 스즈키-미야우라 반응에 대한 기재를 참조한다. 할로젠화를 위한 할로젠화제로는, N-요오도석신이미드(약칭: NIS), 요오드 또는 요오드화칼륨과 같은 요오드화물을 사용하고 치환을 위한 할로젠으로 요오드를 선택하는 것은, 이 커플링 반응이 보다 단시간으로 효율적으로 발생하기 때문에 바람직하다는 것을 주목해야 한다. 또한, α 로 아릴 그룹을 나타내는 그룹을 갖는 상기 아릴보론산과 β 로 아릴 그룹을 나타내는 그룹을 갖는 상기 아릴보론산이 이 반응에서 동일한 경우, 상기 화합물 M을 높은 수율로 수득할 수 있으므로 바람직하다.

[0118] 반응식 A-6에서는, 3급 아릴아민(화합물 P2)의 할로젠화 및 아릴보론산과의 커플링은 두 개의 아릴 그룹에 대해 동시에 수행된다; 그러나, 반응식 A-7에서는 두 개의 아릴 그룹에 대하여 3급 아릴아민(화합물 P2)의 할로젠화 및 아릴보론산과의 커플링을 하나씩 수행하는 방법을 나타낸다.

[0119] 반응식 A-7



[0120]

[0121] 우선, 3급 아릴아민(화합물 P2)의 하나의 아릴 그룹을 할로젠화제를 사용하여 할로젠화하여 할로젠화 아릴(화합물 Q3)을 합성한다. 할로젠화제로서, N-브로모석신이미드(약칭: NBS), N-요오도석신이미드(약칭: NIS), 브롬, 요오드, 요오드화칼륨 등을 사용할 수 있다. 할로젠화제로서, N-브로모석신이미드(약칭: NBS) 또는 브롬과 같

은 브롬화물을 사용하는 것이 보다 염가로 합성할 수 있기 때문에 바람직하다. 할로겐화제는 화합물 P2에 대하여 1당량(규정도)인 것이 수율 향상을 위해 바람직함을 주목해야 한다.

[0122] 계속해서, 할로겐화 아릴(화합물 Q3)과 아릴 그룹으로서 α 또는 β 를 갖는 아릴보론산(반응식 A-7에서 α)을 커플링함으로써 α 또는 β (반응식 A-7에서 α)가 도입된 3급 아릴아민(화합물 Q2)를 합성한다. 할로겐화 아릴(화합물 Q3)과 아릴보론산을 커플링하기 위해서, 염기 존재 하에서 금속 촉매를 사용하여 반응을 수행할 수 있다. 반응의 예로는, 스즈키-미야우라 반응을 들 수 있다. 스즈키-미야우라 반응을 사용하여 반응을 수행하는 경우, 합성은 합성 방법 1-1에 기재된 상기 합성과 동일한 방법으로 수행된다. 합성 방법에 대한 기재가 반복될 수 있으므로 자세한 기재는 생략하고 합성 방법 1-1의 스즈키-미야우라 반응에 대한 기재를 참조한다. 할로겐화를 위한 할로겐화제로는, N-요오도석신이미드(약칭: NIS), 요오드 또는 요오드화칼륨과 같은 요오드화물을 사용하고 치환을 위한 할로겐으로 요오드를 선택하는 것은, 이 커플링 반응이 보다 단시간으로 효율적으로 발생하기 때문에 바람직함을 주목해야 한다.

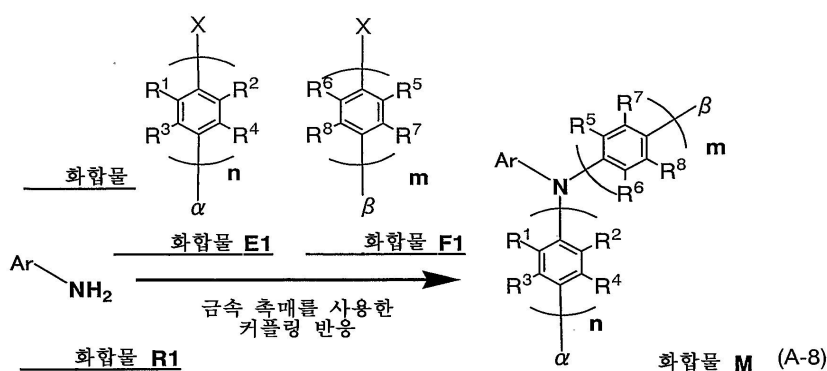
[0123] 그 후, 수득한 3급 아릴아민인 화합물 Q2를 할로겐화하여 할로겐화 아릴(화합물 Q1)을 합성한다. 할로겐화는 할로겐화제를 사용하여 수행될 수 있으며, 할로겐화제로서, N-브로모석신이미드(약칭: NBS), N-요오도석신이미드(약칭: NIS), 브롬, 요오드, 요오드화칼륨 등을 사용할 수 있다. 할로겐화제로서, N-브로모석신이미드(약칭: NBS) 또는 브롬과 같은 브롬화물을 사용하는 것이 보다 염가로 합성할 수 있기 때문에 바람직하다. 수율이 향상되기 때문에 할로겐화제는 화합물 Q2에 대하여 1당량(규정도)인 것이 바람직함을 주목해야 한다.

[0124] 마지막으로, 할로겐화 아릴(화합물 Q1)과 α 또는 β 로 나타내는 아릴 그룹을 갖는 아릴보론산(반응식 A-7에서 α)을 커플링함으로써, α 또는 β 가 도입된 양태 1에 기재된 3급 아릴아민인 화합물 M을 합성할 수 있다. 할로겐화 아릴(화합물 Q1)과 아릴보론산을 커플링하기 위해서, 염기 존재 하에서 금속 촉매를 사용하여 반응을 수행할 수 있다. 반응의 예로는, 스즈키-미야우라 반응을 들 수 있다. 스즈키-미야우라 반응을 사용하여 반응을 수행하는 경우, 상기 합성은 합성 방법 1-1에 기재된 상기 합성과 동일한 방법으로 수행된다. 합성 방법에 대한 기재가 반복될 수 있으므로 자세한 기재는 생략하고 합성 방법 1-1의 스즈키-미야우라 반응에 대한 기재를 참조한다. 할로겐화를 위한 할로겐화제로는, N-요오도석신이미드(약칭: NIS), 요오드 또는 요오드화칼륨과 같은 요오드화물을 사용하고 치환을 위한 할로겐으로 요오드를 선택하는 것은, 이 커플링 반응이 보다 단시간으로 효율적으로 발생하기 때문에 바람직함을 주목해야 한다.

[0125] <합성 방법 5>

[0126] 이 합성 방법에서는, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 하기 화합물 M을 반응식 A-8에 의해 합성한다. 반응식 A-8은 1급 아릴아민(화합물 R1)에, 말단 그룹에 α 가 결합된 할로겐화 아릴(화합물 E1)과 말단 그룹에 β 가 결합된 할로겐화 아릴(화합물 F1)을 동시에 커플링하여 상기 화합물 M의 합성 방법을 나타낸다.

[0127] 반응식 A-8



[0128]

[0129] 이 반응에서는, Ar로 나타낸 아릴 그룹을 갖는 1급 아릴아민인 화합물 R1과, α 로 나타내는 아릴 그룹을 갖는 할로겐화 아릴인 화합물 E1 및 β 로 나타내는 치환체를 갖는 할로겐화 아릴인 화합물 F1을 동시에 금속 촉매를 사용하여 커플링하는 방식으로 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 화합물 M을 합성한다. 이러한 반응으로서는 다양한 반응이 있다. 이의 대표적인 예로는, 버치발트-하트위그 반응, 울만 반응 등을 들 수 있다. 버치발트-하트위그 반응 또는 울만 반응을 사용한 반응에 대한 상세한 설명은 합성 방법 1-1에서 서술되었고, 이 반응 또한 동일한 방법으로 수행될 수 있다. 따라서, 합성 방법에 대한 기재가 반복될 수 있으므로 기재는 생략하고 합성 방법 1-1의 버치발트-하트위그 반응 또는 울만 반응에 대한 기재를 참조한다. 두 종류의 상기 할로

겐화 아릴(화합물 E1 및 화합물 F1)과 1급 아릴아민을 커플링하는 방법에서, 화합물 E1과 화합물 F1이 동일한 경우(X는 상이할 수 있음), 화합물 M을 고수율로 수득할 수 있어 바람직함을 주목해야 한다. 또한, 이 반응에서, 상기한 올만 반응이 사용되는 경우, 2당량 할로젠화 아릴을 1급 아릴아민에 대하여 보다 효율적으로 반응시킬 수 있어 바람직하다.

[0130] 반응식 A-1 내지 A-8 각각에 있어서, X는 할로젠 그룹을 나타내고, 이는 클로로 그룹, 브로모 그룹 또는 요오드 그룹이며, 바람직하게는 브로모 그룹 또는 요오드 그룹이다. 또한, Ar은 페닐 또는 바이페닐 그룹이고, α는 나프틸 그룹이고, β는 수소 또는 나프틸 그룹이다. 또한, R¹ 내지 R⁸은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬 그룹 또는 페닐 그룹 중 어느 하나이고, n 및 m은 각각 독립적으로 1 또는 2를 나타낸다. 다수의 반응식을 위에서 예를 들어 설명했지만, 물론, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 화합물 M은 다른 어떤 합성 방법에 의해서도 합성될 수도 있다.

[0131] [양태 3]

[0132] 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 사용한 발광 소자의 일 양태를 도 1a를 참조하여 이하에 나타낸다.

[0133] 본 양태의 발광 소자는 한 쌍의 전극 사이에 복수의 층을 갖는다. 본 양태에서의 발광 소자는 제 1 전극(102), 제 2 전극(104) 및 제 1 전극(102) 및 제 2 전극(104) 사이에 놓인 EL 층(103)을 포함한다. 또한, 본 양태에서, 제 1 전극(102)은 애노드로 기능하고 제 2 전극(104)는 캐소드로 기능한다. 즉, 제 1 전극(102)의 전위가 제 2 전극(104)보다 높도록 제 1 전극(102)과 제 2 전극(104)에 전압을 인가하는 경우, 발광을 얻을 수 있다.

[0134] 기관(101)은 발광 소자의 지지체로 사용된다. 상기 기관(101)은 예를 들어 유리, 플라스틱 등으로 형성될 수 있다. 발광 소자의 지지체로 기능할 수 있는 것이면, 유리 또는 플라스틱 이외의 물질도 사용될 수 있음을 염두에 두어야 한다.

[0135] 제 1 전극(102)로서 높은 일함수(구체적으로는 4.0eV 이상)를 갖는 금속, 합금, 도전성 화합물, 이들의 혼합물 등을 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 예를 들어, 산화 인듐-산화 주석(ITO: indium tin oxide), 규소 또는 산화규소를 함유한 산화 인듐-산화 주석, 산화 인듐-산화 아연(IZO: indium zinc oxide), 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐(IWZO) 등을 들 수 있다. 이러한 도전성 금속 산화물 막은 일반적으로 스퍼터에 의해 성막되지만, 상기 막을 졸-겔 방법을 응용하여 제조할 수도 있다. 예를 들어, 산화 인듐-산화 아연(IZO)은 산화 인듐에 대해 1중량% 내지 20중량%의 산화 아연을 가한 타깃을 사용하여 스퍼터링법에 의해 형성할 수 있다. 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐(IWZO)은, 산화 인듐에 대하여 산화 텅스텐을 0.5중량% 내지 5중량%, 산화 아연을 0.1중량% 내지 1중량% 함유한 타깃을 사용하여 스퍼터링법에 의해 형성할 수 있다. 또한, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 금속 재료의 질화물(예를 들어 질화 티타늄) 등을 들 수 있다.

[0136] EL 층(103)의 적층 구조에 특별한 제한은 없다. EL 층(103)은 높은 전자 수송성을 갖는 물질을 포함하는 층, 높은 정공 수송성을 갖는 물질을 포함하는 층, 높은 전자 주입성을 갖는 물질을 포함하는 층, 높은 정공 주입성을 갖는 물질을 포함하는 층, 바이폴라성을 갖는 물질(높은 전자 및 정공 수송성을 갖는 물질)을 포함하는 층 등과, 양태 1에 기재된 본 발명의 일 양태에 따른 트리아릴아민 유도체를 포함하는 층을 적절하게 조합시켜 형성할 수 있다. 예를 들어, EL 층(103)은 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층 등을 적당히 조합시켜 형성될 수 있다. 본 양태는 EL 층(103)이 제 1 전극(102) 위에 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113) 및 전자 수송층(114)가 순서대로 적층되어 있는 구조에 대해 나타낸다. 각 층을 형성하는 재료에 대해서는 이하에 구체적으로 나타낸다.

[0137] 정공 주입층(111)은 높은 정공 주입성을 갖는 물질을 포함한 층이다. 높은 정공 주입성을 갖는 물질로서는, 몰리브덴 산화물, 바나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망간 산화물 등을 사용할 수 있다. 또는, 프탈로시아닌(H₂Pc) 및 구리 프탈로시아닌(CuPc)과 같은 프탈로시아닌 화합물; 4,4'-비스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB) 및 4,4'-비스(N-{4-[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]페닐}-N-페닐아미노)바이페닐(약칭: DNTPD)과 같은 방향족 아민 화합물; 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌설폰산)(약칭: PEDOT/PSS)과 같은 고분자 등을 사용하여서도 정공 주입층(111)을 형성할 수 있다. 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체는 정공 주입 재료에 사용될 수도 있다.

[0138] 또는, 정공 주입층(111)은 높은 정공 수송성을 갖는 물질에 엑셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용하여 형성될 수 있다. 높은 정공 수송성을 갖는 물질에 엑셉터성 물질을 함유시킨 것을 사용함으로써, 전극의 일 함수

에 무관하게 전극을 형성하는 데 사용되는 재료를 선택할 수 있음을 주목해야 한다. 즉, 제 1 전극(102)로서 높은 일함수를 갖는 재료 이외에 낮은 일함수를 갖는 재료를 사용할 수도 있다. 상기 엑셉터성 물질로는, 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노디메탄(약칭: F₄-TCNQ), 클로라닐 등을 들 수 있다. 또한, 전이 금속 산화물을 들 수 있다. 또한, 주기율표에서 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 니오븀, 산화 탄탈, 산화 크롬, 산화 몰리브덴, 산화 텅스텐, 산화 망간 및 산화 레늄 각각이 높은 전자 수용성 때문에 바람직하다. 그 중에서도 특히, 산화 몰리브덴은 대기 중에서 안전하고 흡습성이 낮아서 취급이 용이하기 때문에 특히 바람직하다.

[0139] 복합 재료에 사용되는 높은 정공 수송성을 갖는 물질로서는, 방향족 아민 화합물, 카바졸 유도체, 방향족 탄화수소 및 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머 및 폴리머 등)과 같은 다양한 화합물 중 어느 것이라도 사용될 수 있다. 복합 재료에 사용된 유기 화합물은 바람직하게는 높은 정공 수송성을 갖는 유기 화합물이다. 구체적으로는, $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이 바람직하게 사용된다. 상기 물질 이외 다른 물질도 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 물질이면 사용될 수 있음을 주목해야 한다. 이하에서는 복합 재료에 있어서의 높은 정공 수송성을 갖는 물질로서 사용될 수 있는 유기 화합물을 구체적으로 열거한다.

[0140] 방향족 아민 화합물로는, 예를 들어 다음을 들 수 있다: N,N'-디(p-톨릴)-N,N'-디페닐-p-페닐렌디아민(약칭: DTDPPA); 4,4'-비스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB); 4,4'-비스(N-{4-[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]페닐}-N-페닐아미노)바이페닐(약칭: DNTPD); 1,3,5-트리스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B); 등.

[0141] 복합 재료에 사용될 수 있는 카바졸 유도체로서는, 다음을 들 수 있다: 3-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA1); 3,6-비스[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA2); 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1); 등.

[0142] 복합 재료에 사용될 수 있는 카바졸 유도체의 다른 예로는, 다음을 들 수 있다: 4,4'-디(N-카바졸릴)바이페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA), 1,4-비스[4-(N-카바졸릴)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐]벤젠 등.

[0143] 또한, 복합 재료에 사용될 수 있는 방향족 탄화수소로서 예를 들어 다음을 들 수 있다: 2-3급-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA); 2-3급-부틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센, 9,10-비스(3,5-디페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA); 2-3급-부틸-9,10-비스(4-페닐페닐)안트라센(약칭: t-BuDBA); 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA); 9,10-디페닐안트라센(약칭: DPAnth); 2-3급-부틸안트라센(약칭: t-BuAnth); 9,10-비스(4-메틸-1-나프틸)안트라센(약칭: DMNA); 2-3급-부틸-9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센; 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센; 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센; 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센; 9,9'-비안트릴; 10,10'-디페닐-9,9'-비안트릴; 10,10'-비스(2-페닐페닐)-9,9'-비안트릴; 10,10'-비스[(2,3,4,5,6-펜타페닐)페닐]-9,9'-비안트릴; 안트라센; 테트라센; 루브렌; 페릴렌; 2,5,8,11-테트라(3급-부틸)페릴렌; 등. 또는, 펜타센, 코로넨 등이 사용될 수도 있다. 방향족 탄화수소는 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 갖는 것이 바람직하고, 이외에 상기 방향족 탄화수소가 증착법에 의하여 성막되는 경우 증착시의 증착성이나 성막 후의 막질의 관점에서 촉합 환을 형성하는 탄소수 14 내지 42인 것이 바람직함을 주목해야 한다.

[0144] 복합 재료에 사용될 수 있는 방향족 탄화수소는 비닐 골격을 가질 수 있음을 주목해야 한다. 비닐 그룹을 갖는 방향족 탄화수소로서, 예를 들어 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)바이페닐(약칭: DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-디페닐비닐)페닐]안트라센(약칭: DPVPA) 등이 있다.

[0145] 또는, 폴리(N-비닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-디페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아미드](약칭: PTPDMA) 또는 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘(약칭: Poly-TPD)과 같은 고분자 화합물이 사용될 수 있다.

[0146] 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체가 복합 재료에서 유기 화합물로서 사용될 수도 있음을 주목해야 한다.

[0147] 정공 수송층(112)은 높은 정공 수송성을 갖는 물질을 포함한 층이다. 본 양태에서는, 정공 수송층으로서 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체가 사용된다.

[0148] 또한, 양태 1에 기재된 본 발명의 일 양태에 따른 트리아릴아민 유도체는 정공 주입층(111)과 정공 수송층(112)

들 다에 사용될 수도 있다. 이 경우, 소자를 용이하게 제작할 수 있고 재료 이용 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 정공 주입층(111)과 정공 수송층(112)의 에너지 다이어그램이 동일하거나 유사하기 때문에, 정공 주입층(111)과 정공 수송층(112) 사이의 캐리어 이동을 쉽게 할 수 있다.

[0149] 발광층(113)은 발광 물질을 포함한 층이다. 발광층(113)은 발광 물질 단독의 막을 사용하여 구성되어 있거나 호스트 재료 중에 발광 물질이 분산된 막을 사용하여 구성될 수 있다.

[0150] 발광층(113)에서 상기 발광 물질로 사용될 수 있는 재료는 특별히 한정되지 않으며, 이러한 재료에 의해 발광된 광은 형광 또는 인광일 수 있다. 상기 발광 물질로서 예를 들어, 다음 물질을 들 수 있다.

[0151] 형광 발광성 재료로는, N,N'-비스[4-(9H-카바졸)-9-일]페닐-N,N'-디페닐스틸벤-4,4'디아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: YGAPA) 등 이외에 450nm 이상의 발광 파장을 갖는 물질 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(9,10-디페닐-2-안트릴)트리페닐아민(약칭: 2YGAPPA); N,9-디페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPA); 페릴렌; 2,5,8,11-테트라-3급-부틸페릴렌(약칭: TBP); 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBAPA); N,N'-(2-3급-부틸안트라센-9,10-디일디-4,1-페닐렌)비스[N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민](약칭: DPABPA); N,9-디페닐-N-[4-(9,10-디페닐-2-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPPA); N-[4-(9,10-디페닐-2-안트릴)페닐]-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPAPPA); N,N,N',N',N'',N'',N''',N''''-옥타페닐디벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라민(약칭: DBC1); 쿠마린 30; N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA); N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,9-디페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA); N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPAPA); N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPABPhA); 9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA); N,N,9-트리페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA); 쿠마린 545T; N,N'-디페닐퀴나크리돈(약칭: DPQd); 루브렌; 5,12-비스(1,1'-바이페닐-4-일)-6,11-디페닐테트라센(약칭: BPT); 2-(2-{2-[4-(디메틸아미노)페닐]에테닐}-6-메틸-4H-피란-4-일리덴)프로판디니트릴(약칭: DCM1); 2-{2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: DCM2); N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-디아민(약칭: p-mPhTD); 7,13-디페닐-N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란텐-3,10-디아민(약칭: p-mPhAFD); 2-{2-이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: DCJTI); 2-{2-3급-부틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: DCJTB); 2-(2,6-비스[2-[4-(디메틸아미노)페닐]에테닐]-4H-피란-4-일리덴)프로판디니트릴(약칭: BisDCM); 2-{2,6-비스[2-(8-메톡시-1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: BisDCJTM) 등을 들 수 있다.

[0152] 인광 발광성 재료로는, 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)페리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6) 이외에, 발광 파장이 470nm 내지 500nm인 물질, 예를 들어, 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)페리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: FIrpilc); 비스[2-(3',5'-비스트리플루오로메틸페닐)페리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: Ir(CF₃ppy)₂(pic)); 및 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)페리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIracac)를 들 수 있고, 500nm 이상의 발광 파장(녹색 발광)을 갖는 물질, 예를 들어, 트리스(2-페닐피리디네이토)이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)₃); 비스(2-페닐피리디네이토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(ppy)₂(acac)); 트리스(아세틸아세토네이토)(모노페난트론)테르븀(III)(약칭: Tb(acac)₃(Phen)); 비스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bzq)₂(acac)); 비스(2,4-디페닐-1,3-옥사졸레이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(dpo)₂(acac)); 비스[2-(4'-피플루오로페닐페닐)페리디네이토]이리듐(III)아세토아세토네이트(약칭: Ir(p-PF-ph)₂(acac)); 비스(2-페닐벤조티아졸레이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bt)₂(acac)); 비스[2-(2'-벤조[4,5-α]티에닐)페리디네이토-N,C^{3'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(btp)₂(acac)); 비스(1-페닐이소퀴놀리네이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(piq)₂(acac)); (아세틸아세토네이토)비스

[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살리네이트]이리듐(III)(약칭: $\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})$); (아세틸아세토네이트)비스(2,3,5-트리페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: $\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})$); 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린플라티늄(II)(약칭: PtOEP); 트리스(1,3-디페닐-1,3-프로판디오네이트)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: $\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})$); 및 트리스[1-(2-테오일)-3,3,3-트리플루오로아세토네이트](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: $\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})$)을 들 수 있다.

[0153] 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체는 에너지 갭 또는 삼중항 에너지가 높기 때문에 발광층에 접하여 정공 수송층을 형성하는 재료로서 매우 바람직하게 사용될 수 있다. 상술한 물질 중에서, 450nm 이상의 발광(청색 발광) 파장을 갖는 형광성 발광 물질이나 470nm 이상, 바람직하게는 500nm 이상의 발광(녹색 발광) 파장을 갖는 인광성 발광 물질을 사용하는 경우에는, 발광 효율이나 색순도의 저하가 일어나기 어려워 바람직한 구조이다.

[0154] 또한, 상기 호스트 재료로서 사용될 수 있는 재료는 특별히 한정되지 않고 금속 착체, 헤테로사이클릭 화합물 및 방향족 아민 화합물을 예로 들 수 있다. 금속 착체로는 다음을 들 수 있다: 트리스(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Alq_3); 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Almq_3); 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이트)베릴륨(II)(약칭: BeBq_2); 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(III)(약칭: BAIq); 비스(8-퀴놀리놀레이토)아연(II)(약칭: Znq); 비스[2-(2-벤조사졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnPBO); 비스[2-(2-벤조티아졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnBTZ); 등. 헤테로사이클릭 화합물로는 다음을 들 수 있다: 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-3급-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD); 1,3-비스[5-(p-3급-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7); 3-(4-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-3급-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: Taz); 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트리일)트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI); 바토페난트롤린(약칭: BPhen); 바토크프로인(약칭: BCP); 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사디아졸-2-일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CO11); 등. 방향족 아민 화합물로서는 다음을 들 수 있다: 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB 또는 $\alpha\text{-NPD}$); N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-디아민(약칭: TPD); 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]-1,1'-바이페닐(약칭: BSPB); 등. 또한, 안트라센 유도체, 페난트렌 유도체, 피렌 유도체, 크리센 유도체 및 디벤조[g,p]크리센 유도체와 같은 축합 폴리사이클릭 방향족 화합물을 들 수 있다. 구체적으로 축합 폴리사이클릭 방향족 화합물로 다음을 들 수 있다: 9,10-디페닐안트라센(약칭: DPAnth); N,N-디페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: CzA1PA); 4-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: DPhPA); 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: YGAPA); N,9-디페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPA); N,9-디페닐-N-{4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]페닐}-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPBA); N,9-디페닐-N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA); 6,12-디메톡시-5,11-디페닐크리센; N,N,N',N',N'',N''',N''''-옥타페닐디벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라민(약칭: DBC1); 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA); 3,6-디페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: DPCzPA); 9,10-비스(3,5-디페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA); 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA); 2-3급-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA); 9,9'-비안트릴(약칭: BANT); 9,9'-(스틸벤-3,3'-디일)디페난트렌(약칭: DPNS); 9,9'-(스틸벤-4,4'-디일)디페난트렌(약칭: DPNS2); 3,3',3''-(벤젠-1,3,5-트리일)트리피렌(약칭: TPB3); 등. 이러한 물질과 공지 물질로부터 발광 물질보다 큰 에너지 갭을 갖는 물질을 선택할 수 있다. 또한, 발광 물질이 인광을 발광하는 경우, 발광 물질보다 높은 삼중항 에너지(기저 상태와 삼중항 여기 상태 사이의 에너지 차)를 갖는 물질을 호스트 재료로 선택할 수도 있다.

[0155] 상기 발광층(113)은 2층 이상으로 적층될 수 있다. 예를 들어, 상기 발광층(113)이 제 1 발광층과 제 2 발광층을 정공 수송층으로부터 순서대로 적층하여 형성되는 경우, 예를 들어, 제 1 발광층은 호스트 재료로서 정공 수송성을 갖는 물질을 사용하여 형성될 수 있고 제 2 발광층은 호스트 재료로서 전자 수송성을 갖는 물질을 사용하여 형성될 수 있다.

[0156] 전술한 구조를 갖는 발광층이 복수의 재료를 사용하여 구성되는 경우, 상기 발광층은 진공 증착법에 의해 공증착 또는 용액 혼합 방법으로서 잉크젯 방법, 스핀 코팅법, 딥 코팅법 등을 사용하여 구성될 수 있다.

[0157] 전자 수송층(114)은 높은 전자 수송성을 갖는 물질을 포함한 층이다. 예를 들어, 전자 수송층(114)은 트리스(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(약칭: Almq_3), 비스(10-하이드록시벤조[h]-퀴놀리네이트)베릴륨(약칭: BeBq_2), 또는 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알

루미늄(약칭: BA1q) 등의 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체를 포함하는 층이다. 또는, 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조사졸레이토]아연(약칭: Zn(BOX)₂) 또는 비스[2-(2-하이드록시페닐)-벤조티아졸레이토]아연(약칭: Zn(BTZ)₂) 등의 옥사졸계 또는 티아졸계 리간드를 갖는 금속 착체를 사용할 수 있다. 금속 착체 외에, 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-3급-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-p-3급-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-3급-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 바토펜안트롤린(약칭: BPhen), 바토크프로인(약칭: BCP) 등이 사용될 수도 있다. 여기서 서술된 물질들은 주로 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 정공 수송성보다 높은 전자 수송성이 높은 물질이면, 상기 물질들 이외의 물질을 사용할 수 있음을 염두에 두어야 한다.

[0158] 또한, 전자 수송층은 단층에 한정되지 않고, 상기 물질로 이루어진 2층 이상으로 적층할 수 있다.

[0159] 또한, 전자 수송층과 발광층 사이에 전자 캐리어의 이동을 제어하는 층을 설치할 수 있다. 구체적으로는, 전자 캐리어의 이동을 억제하는 층은 상술한 바와 같은 높은 전자 수송성을 갖는 재료에, 전자 트랩성이 높은 물질을 소량 첨가한 층으로써 캐리어 밸런스를 조절할 수 있다. 이러한 구성은 발광층을 전자가 통과할 때 발생하는 문제(예를 들어 소자 수명의 저하)를 억제하는 데 매우 효과적이다.

[0160] 또한, 전자 수송층과 제 2 전극(104) 사이에, 제 2 전극(104)와 접하여 전자 주입층을 설치할 수 있다. 전자 주입층으로는, 플루오르화리튬(LiF), 플루오르화 세슘(CsF) 또는 플루오르화칼슘(CaF₂)과 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 이들의 화합물이 사용될 수 있다. 예를 들어, 전자 수송성을 갖는 물질로 이루어진 층 중에 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 이들이 화합물을 함유하는 것, 구체적으로는 Alq로 이루어진 층 중에 마그네슘(Mg)을 함유시킨 것을 사용할 수 있다. 전자 주입층으로 전자 수송성을 갖는 물질로 이루어진 층 중에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속을 함유시킨 것을 사용함으로써 제 2 전극(104)로부터 전자 주입이 효율적으로 실시되어 바람직하다.

[0161] 제 2 전극(104)를 형성하는 물질로서, 낮은 일함수(구체적으로는 3.8eV 이하)를 갖는 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 이들의 혼합물 등이 사용될 수 있다. 이러한 캐소드 재료의 구체 예로는, 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소, 즉 리튬(Li) 또는 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속; 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca) 또는 스트론튬(Sr) 등의 알칼리 토금속; 1족 또는 2족에 속하는 원소를 함유하는 합금(MgAg 또는 AlLi); 유로퓸(Eu) 또는 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속; 이들의 합금 등이 사용될 수 있다. 그러나, 제 2 전극(104)와 전자 수송층 사이에, 전자 주입층을 설치하는 경우에 일함수에 상관 없이 Al, Ag, ITO 또는 규소 또는 산화규소를 함유한 산화 인듐-산화 주석 등의 각종 도전성 재료로부터 제 2 전극(104)를 형성할 수 있다. 이러한 도전성 재료는 스퍼터링법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등에 의해 형성될 수 있다.

[0162] 건식법 또는 습식법에 상관없이, 다양한 방법이 EL 층(103)을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 진공 증착법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등이 사용될 수 있다. 또한, 다른 성막 방법이 각 전극 또는 층을 형성하는데 사용될 수 있다. 또한, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 진공 증착법에 의해 막 성형하는 경우 또는 상기 트리아릴아민 유도체를 승화정제법에 의해 정제하는 경우, 가열에 의한 상기 트리아릴아민 유도체에 대한 영향을 피하기 위하여 상기 트리아릴아민 유도체에 대해서는 분자량을 1000 이하, 바람직하게는 800 이하로 갖는 트리아릴아민 유도체를 선택하는 것이 바람직하다. 또한, 습식법을 사용하는 경우 용매에서 용해도를 개선하기 위하여 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체의 치환체로서 알킬 그룹이 도입된 것을 사용하는 것이 바람직하다.

[0163] 유사하게는, 전극들은 졸-겔 공정과 같은 습식 공정에 의해 또는 금속 페이스트를 사용한 습식 공정에 의해 형성될 수 있다. 또한, 전극은 스퍼터링법 또는 진공 증착법과 같은 건식법에 의해 형성될 수 있다.

[0164] 진술한 구성을 갖는 본 발명의 일 양태에 따른 발광 소자는, 제 1 전극(102)와 제 2 전극(104) 사이에 생성된 전위차에 의해 전류가 흐르고, 이로써 높은 발광성을 함유한 층인 발광층(113)에서 정공과 전자가 재결합하고 발광한다. 즉, 본 발명의 발광 소자는 발광층(113)에 발광 영역이 형성되는 구성을 갖는다.

[0165] 발광은 제 1 전극(102) 및 제 2 전극(104) 중 어느 하나 또는 둘 다를 통하여 외부에 추출된다. 따라서, 제 1 전극(102)과 제 2 전극(104) 중 어느 하나 또는 둘 다가 투광성을 갖는 전극을 사용하여 형성된다. 제 1 전극(102)만이 투광성을 갖는 경우, 발광은 제 1 전극(102)를 통하여 기관측으로부터 추출된다. 또는, 제 2 전극(104)만이 투광성을 갖는 경우, 발광은 제 2 전극(104)를 통하여 기관 반대측으로부터 추출된다. 제 1 전극(102)과 제 2 전극(104) 각각이 투광성을 갖는 경우, 발광은 제 1 전극(102)과 제 2 전극(104)를 통하여 기관측

및 기관층 반대층 양쪽으로부터 추출된다.

- [0166] 제 1 전극(102)와 제 2 전극(104) 사이에 놓인 층들의 구성은 위의 것으로 한정되지 않는다. 그러나, 발광 영역과 전극 또는 캐리어(전자 또는 정공) 주입층에 사용된 금속의 근접함에 기인한 켈칭을 억제하기 위해 제 1 전극(102)와 제 2 전극(104)로부터 떨어져 위치하는 정공과 전자가 재결합하는 발광 영역을 설치하는 구성을 사용하는 것이 바람직하다. 층의 적층 순서도 이것에 한정되지 않고, 도 1a와 반대인 층 순서가 사용될 수 있다: 기관층으로부터 제 2 전극, 전자 주입층, 전자 수송층, 발광층, 정공 수송층, 정공 주입층 및 제 1 전극.
- [0167] 또한, 발광층에 직접 접하는 정공 수송층이나 전자 수송층, 특히 발광층(113)에 있어서의 발광 영역에 가깝게 접하는 캐리어(전자 또는 정공) 수송층은, 발광층에서 생성된 여기로부터 에너지 이동을 억제하기 위하여, 이의 에너지 갭이 발광층을 구성하는 발광 물질 또는 발광층에 포함되는 발광 물질이 갖는 에너지 갭보다 큰 에너지 갭을 갖는 것이 바람직하다.
- [0168] 본 양태의 발광 소자에서 정공 수송층으로서 에너지 갭이 큰 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체가 사용되기 때문에, 청색광을 발광하는 넓은 에너지 갭을 갖는 발광 물질이 사용되는 경우에도 양호한 색순도를 갖는 발광을 효율적으로 얻을 수 있다. 따라서, 저소비 전력의 발광 소자가 제공될 수 있다. 구체적으로는, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체의 에너지 갭이 약 3.0eV 내지 3.4eV이기 때문에, 상기 에너지 갭 이하의 에너지 갭을 갖는 발광 물질을 발광층에 갖는 발광 소자에서 에너지 이동에 의한 발광 효율 또는 색순도의 저하를 초래하지 않고서 트리아릴아민 유도체를 바람직하게 사용할 수 있다. 청색광을 발광하는 물질의 에너지 갭이 약 2.7eV 내지 3.0eV임을 주목해야 한다.
- [0169] 본 양태에서는, 유리, 플라스틱 등으로 이루어진 기관 위로 발광 소자를 제작한다. 기관 위로 이러한 발광 소자를 복수개 제작함으로써, 패시브 매트릭스형 발광 장치를 제작할 수 있다. 또한, 유리, 플라스틱 등으로 이루어진 기관 위에 예를 들어 박막 트랜지스터(TFT)를 형성할 수 있고, 상기 TFT와 전기적으로 접속된 전극 위에 발광 소자를 제작할 수 있다. 따라서, TFT에 의해 발광 소자의 구동을 제어하는 액티브 매트릭스형 발광 장치를 제작할 수 있다. TFT의 구조가 특별히 한정되지 않는다. 스테거형 TFT 또는 역 스테거형 TFT를 채택할 수 있다. 또한, TFT에 사용된 반도체의 결정성이 특별히 한정되지 않으며, 비정질반도체 또는 결정성 반도체가 사용될 수 있다. 또한, n-형 TFT와 p-형 TFT 또는 n-형 TFT 또는 p-형 TFT 중 어느 하나를 사용하여, TFT 기관 위에 형성된 구동 회로를 형성할 수 있다.
- [0170] 본 발명의 일 양태에 따른 상기 트리아릴아민 유도체는 넓은 에너지 갭을 갖는다; 그러므로, 트리아릴아민 유도체를 발광 물질로 사용하는 경우, 청색 발광을 위한 높은 색순도와 충분히 짧은 파장을 갖는 발광 소자를 수득할 수 있다.
- [0171] [양태 4]
- [0172] 본 양태에서는, 양태 3으로 나타난 구성과 다른 구성을 갖는 발광 소자를 설명할 것이다.
- [0173] 양태 3에 기재된 발광층(113)을 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체에 발광성 물질이 분산되게 형성함으로써 발광성의 물질로부터 발광이 수득되는 구성, 즉, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체가 발광층(113)의 호스트 재료로 사용되는 구성을 기술한다.
- [0174] 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체는 넓은 에너지 갭을 가지므로, 다른 발광 물질을 효율적으로 여기 발광시킬 수 있다; 그러므로, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체가 바람직하게 호스트 재료로서 사용될 수 있고 상기 발광 물질로부터의 발광을 얻을 수 있다. 따라서, 에너지 손실이 적은 높은 발광 효율을 갖는 발광 소자를 수득할 수 있다. 또한, 발광 물질 유래의 소망하는 색의 발광을 쉽게 제공할 수 있는 발광 소자를 형성할 수 있다. 따라서, 색순도가 높은 발광을 보이는 발광 소자를 용이하게 수득할 수 있다.
- [0175] 여기서, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체로 분산된 발광 물질에 특별한 제한은 없으며 다양한 재료가 사용될 수 있다.
- [0176] 구체적으로는, N,N'-비스[4-(9H-카바졸)-9-일]페닐-N,N'-디페닐스틸벤-4,4'디아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: YGAPA) 등 이외에 450nm 이상의 발광 파장을 갖는 다음 물질을 들 수 있다: 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(9,10-디페닐-2-안트릴)트리페닐아민(약칭: 2YGAPPA); N,9-디페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPA); 페릴렌; 2,5,8,11-테트라-3급-부틸페릴렌(약칭: TBP); 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBAPA); N,N'-(2-3급-부틸안트라센-9,10-디일디-4,1-페닐렌)비스[N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민](약칭: DPABPA); N,9-디페닐-N-[4-

(9,10-디페닐-2-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPPA); N-[4-(9,10-디페닐-2-안트릴)페닐]-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPAPPA); N,N,N',N',N'',N'',N''',N''''-옥타페닐디벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라민(약칭: DBC1); 쿠마린 30; N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA); N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,9-디페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA); N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPAPA); N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPABPhA); 9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA); N,N,9-트리페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA); 쿠마린 545T; N,N'-디페닐퀴나크리돈(약칭: DPQd); 루브렌; 5,12-비스(1,1'-바이페닐-4-일)-6,11-디페닐테트라센(약칭: BPT); 2-(2-{2-[4-(디메틸아미노)페닐]에테닐}-6-메틸-4H-피란-4-일리덴)프로판디니트릴(약칭: DCM1); 2-{2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: DCM2); N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-디아민(약칭: p-mPhTD); 7,13-디페닐-N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란텐-3,10-디아민(약칭: p-mPhAFD); 2-{2-이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: DCJT1); 2-{2-3급-부틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: DCJT2); 2-{2-6-비스[2-(4-(디메틸아미노)페닐]에테닐]-4H-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: BisDCM); 2-{2-6-비스[2-(8-메톡시-1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: BisDCJTM) 등을 들 수 있다.

[0177] 인광성 발광 재료로는, 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6) 이외에, 발광 파장이 470nm 내지 500nm인 물질, 예를 들어, 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: FIrpic); 비스[2-(3',5'-비스트리플루오로메틸페닐)피리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: Ir(CF₃ppy)₂(pic)); 및 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIracac)을 들 수 있고, 500nm 이상의 발광 파장(녹색 발광)을 갖는 물질, 예를 들어, 트리스(2-페닐피리디네이토)이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)₃); 비스(2-페닐피리디네이토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(ppy)₂(acac)); 트리스(아세틸아세토네이토)(모노페난트롤린)테르븀(III)(약칭: Tb(acac)₃(Phen)); 비스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bzq)₂(acac)); 비스(2,4-디페닐-1,3-옥사졸레이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(dpo)₂(acac)); 비스[2-(4'-피플루오로페닐)피리디네이토]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(p-PF-ph)₂(acac)); 비스(2-페닐벤조티아졸레이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bt)₂(acac)); 비스[2-(2'-벤조[4,5-α]티에닐)피리디네이토-N,C^{3'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(btp)₂(acac)); 비스(1-페닐이소퀴놀리네이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(piq)₂(acac)); (아세틸아세토네이토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴놀살리네이토]이리듐(III)(약칭: Ir(Fdpq)₂(acac)); (아세틸아세토네이토)비스(2,3,5-트리페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: Ir(tppr)₂(acac)); 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린플라티늄(II)(약칭: PtOEP); 트리스(1,3-디페닐-1,3-프로판디오네이토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(DBM)₃(Phen)); 및 트리스[1-(2-테오일)-3,3,3-트리플루오로아세토네이토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(TTA)₃(Phen))을 들 수 있다.

[0178] 진술한 물질 중에서, 발광 물질로서 450 nm 이상의 발광 파장을 갖는 형광 발광성 물질이나 470nm 이상(바람직하게는 470nm 이상, 보다 바람직하게는 500nm 이상)의 발광 파장을 갖는 인광성 발광 물질을 사용하는 경우, 발광 효율이나 색순도의 저하가 발생하지 않으므로 높은 색순도를 갖는 바람직한 발광 효율을 갖는 발광 소자를 획득할 수 있다. 따라서, 보다 저소비 전력의 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체와 상기 트리아릴아민 유도체에 분산된 발광 물질 이외에 다른 유기 화합물을 동시에 분산시킬 수 있다. 이 경우, 발광층의 캐리어 밸런스를 향상시키는 물질이 바람직하고 높은 전자 수송성 등을 갖는 물질 등을 들 수 있고, 본 발명의 일 양태에 따른 트리아릴아민 유도체와 같이 넓은 에너지 갭을 갖는 물질이 바람직하

다.

- [0179] 발광층(113) 이외에 양태 3에 기재된 구성을 적합하게 사용할 수 있지만, 정공 수송층(112)로는, 양태 3에 나타난 재료 이외에, 다음 방향족 아민 화합물과 같이 높은 정공 수송성을 갖는 물질을 사용할 수 있다: 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB); N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-디아민(약칭: TPD); 4,4',4"-트리스(N,N-디페닐아미노)트리페닐아민(약칭: TDATA); 4,4',4"-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트리페닐아민(약칭: MTDATA); 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]-1,1'-바이페닐(약칭: BSPB); 등. 여기서 서술된 물질은 주로 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 상기 물질 이외의 물질도 전자 수송성보다 높은 정공 수송성을 갖는 한 사용할 수 있음을 주목해야 한다. 높은 정공 수송성을 갖는 물질을 함유하는 층은 단층으로 한정되지 않고 상기 물질로 이루어진 2층 이상으로 적층될 수 있음을 주목해야 한다.
- [0180] 또한, 폴리(N-비닐카바놀)(약칭: PVK) 또는 폴리(4-비닐프리페닐아민)(약칭: PVTPA)와 같은 고분자 화합물도 정공 수송층(112)에 사용될 수 있다.
- [0181] [양태 5]
- [0182] 본 양태에서는, 복수의 발광 유닛이 적층된 구성을 갖는 발광 소자(이하 이러한 유형의 발광 소자를 적층형 소자라고도 함)의 양태가 도 1b를 참조하여 설명된다. 이 발광 소자는 제 1 전극과 제 2 전극 사이에, 복수의 발광 유닛을 갖는 발광 소자이다. 발광 유닛은 양태 3 또는 4에 기재된 상기 EL 층(103)과 유사할 수 있다. 즉, 양태 3 또는 4는 하나의 발광 유닛을 갖는 발광 소자를 설명하고 본 양태는 복수의 발광 유닛을 갖는 발광 소자를 설명한다.
- [0183] 도 1b에서, 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502) 사이에, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)이 적층되어 있고, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512) 사이에 전하 발생층(513)이 놓이게 된다. 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502)는 각각 양태 3에서의 제 1 전극(102)와 제 2 전극(104)에 상응하고 양태 3에 설명된 것과 같은 전극들이 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502)로 사용될 수 있다. 또한, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)는 동일한 구성 또는 상이한 구성일 수 있다.
- [0184] 전하 발생층(513)은 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료가 포함한다. 이 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는 양태 3에 기재된 복합 재료이고 유기 화합물과 바나듐 산화물, 몰리브덴 산화물 또는 텅스텐 산화물과 같은 금속 산화물을 포함한다. 유기 화합물로는 방향족 아민 화합물, 카바졸 유도체, 방향족 탄화수소 및 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머 및 폴리머 등)과 같은 다양한 화합물 중 하나를 사용할 수 있다. $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 갖는 유기 화합물은 정공 수송 유기 화합물로 사용되는 것이 바람직하다. 전자 수송성보다 더 높은 정공 수송성을 갖는다면 상기 물질 이외의 다른 물질도 사용될 수 있음을 주목해야 한다. 유기 화합물과 금속 산화물의 복합체는 캐리어 주입성과 캐리어 수송성이 우수하기 때문에, 저전압 구동 및 저전류 구동을 실현할 수 있다.
- [0185] 또는, 전하 발생층(513)은 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 함유한 층과 또 다른 물질을 사용하여 형성된 층을 조합시켜 형성될 수 있다. 예를 들어, 전하 발생층(513)은, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 함유한 층과, 전자 공여성 물질로부터 선택된 하나의 화합물과 높은 전자 수송성을 갖는 화합물을 포함하는 층을 조합시켜 형성할 수 있다. 또한, 전하 발생층(513)은 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 함유한 층과 투명 도전성 막을 조합시켜 형성할 수 있다.
- [0186] 어떤 경우에는, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512) 사이에 개재된 전하 발생층(513)은, 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502) 사이에 전압을 인가하는 경우 전자가 하나의 발광 유닛에 주입되고 정공이 나머지 발광 유닛에 주입되는 것이 수용될 수 있다. 예를 들어, 도 1b에서, 제 1 전극의 전위가 제 2 전극보다 높아지도록 전압을 인가하는 경우, 전하 발생층(513)은 제 1 발광 유닛(511)에 전자를 주입하고 제 2 발광 유닛(512)에 정공을 주입하는 것이라면 어떠한 층도 채택될 수 있다.
- [0187] 본 양태에서 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자가 설명되고 있으나 3개 이상의 발광 유닛이 적층된 발광 소자도 동일한 방법으로 적용될 수 있다. 본 양태에 따른 발광 소자와 같이 한 쌍의 전극 사이에 복수의 발광 유닛을 분할하도록 전하 생성층을 배치하는 경우, 상기 소자는 낮은 전류 밀도를 유지한 채 고휘도 영역에서 긴 수명을 가질 수 있다. 발광 소자가 조명을 응용예로 했을 경우 전극 재료의 저항에 의한 전압 강하를 감소시킬 수 있다. 따라서, 대면적에서 균일한 발광이 가능해진다. 또한, 저전압 구동이 가능해서 소비 전력이 적은 발광 장

치를 실현할 수 있다.

- [0188] 발광 유닛은 각각 다른 색을 발광함으로써 전체 발광 소자로서 소망하는 색의 발광을 수득할 수 있다. 예를 들어, 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에서 제 1 발광 유닛의 발광 색과 제 2 발광 유닛의 발광 색이 보색인 경우 전체적으로 백색 발광하는 발광 소자를 수득할 수 있다. "보색"은 그들이 혼합되는 경우 무채색이 되는 색들 사이의 관계를 의미한다. 즉, 보색을 발광하는 물질로부터 얻은 광을 혼합하여 백색 발광을 수득할 수 있다. 3개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에도 동일하게 적용할 수 있다. 예를 들어, 제 1 발광 유닛은 적색을 발광하고, 제 2 발광 유닛은 녹색을 발광하고, 제 3 발광 유닛은 청색을 발광하는 경우, 전체 발광 소자로부터 백색 발광을 수득할 수 있다.
- [0189] 본 양태의 발광 소자는 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 포함하기 때문에, 바람직한 발광 효율성을 갖는 발광 소자를 수득할 수 있다. 또한, 상기 트리아릴아민 유도체를 포함하는 발광 유닛이 양호한 색순도를 갖는 발광 물질 유래의 광을 유리한 색순도로 수득할 수 있기 때문에, 전체적인 발광 소자의 색도 쉽게 조절할 수 있다.
- [0190] 본 양태는 다른 양태와 적당히 조합시킬 수 있음을 주목해야 한다.
- [0191] [양태 6]
- [0192] 본 양태는 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 유기 반도체 소자의 일종인 중형(vertical) 트랜지스터(SIT)의 활성층에 사용되는 실시예를 나타낸다.
- [0193] 상기 소자는 도 2에 도시된 바와 같이, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 포함한 박막 활성층(1202)을 소스 전극(1201)과 드레인 전극(1203) 사이에 개재하고 게이트 전극(1204)을 활성층(1202)에 매립하는 구조를 갖는다. 게이트 전극(1204)은 게이트 전압을 인가하기 위한 유닛에 전기적으로 접속되어 있고 소스 전극(1201)과 드레인 전극(1203)은 소스-드레인 전압을 제어하기 위한 유닛에 전기적으로 접속되어 있다.
- [0194] 이러한 소자 구조에서는, 게이트 전압이 인가되지 않는 경우에 소스와 드레인 사이에 전압을 인가하면, 전류가 흐른다(ON 상태가 된다). 이러한 상태에서 게이트 전압을 인가하면, 게이트 전극(1204)의 주변에 빈충이 발생됨으로써 전류가 흐르지 않게 된다(OFF 상태가 된다). 이러한 메카니즘으로 상기 소자는 트랜지스터로서 동작한다.
- [0195] 중형 트랜지스터에서는, 발광 소자와 같이 캐리어 수송성과 양호한 막질 모두를 갖는 재료가 활성층에 요구된다. 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체는 이러한 조건을 충분히 만족시키기 때문에 유용하다.
- [0196] [양태 7]
- [0197] 본 양태에서는, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 사용하여 제작된 발광 장치를 설명할 것이다.
- [0198] 본 양태에서는, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 사용하여 제작된 발광 장치를 도 3a 및 도 3b를 참조하여 설명할 것이다. 도 3a는 발광 장치의 상면도이고, 도 3b는 도 3a의 A-A'와 B-B'를 따라 절단한 단면도이다. 이 발광 장치는 발광 소자의 발광을 제어하기 위하여 점선으로 나타난 구동 회로부(소스측 구동 회로)(601), 화소부(602) 및 구동 회로부(게이트측 구동 회로)(603)를 포함한다. 또한, 참조 번호 604는 밀봉 기판을 나타내고, 605는 절재, 607은 절재 605에 의해 둘러싸인 공간을 나타낸다.
- [0199] 리드 배선(608)은 소스측 구동 회로(601)와 게이트측 구동 회로(603)에 입력되는 신호를 전송하고 외부 입력 단자인 FPC(플렉시블 프린티드 씨킷)(609)로부터 비디오 신호, 클록 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등을 수신한다. 여기서는 하나의 FPC만이 설명되어 있지만, 이 FPC는 프린트 배선 기판(PWB)을 갖출 수 있다. 본 명세서에서 발광 장치는 발광 장치 본체 뿐 아니라 FPC 또는 PWB가 부착된 상기 발광 장치도 포함한다.
- [0200] 다음으로, 단면 구조는 도 3b를 참조하여 설명된다. 구동 회로부와 화소부가 소자 기판(610) 위에 형성됨에도 불구하고, 구동 회로부인 소스측 구동 회로(601)와 화소부(602)에서의 하나의 화소가 여기에 도시되어 있다.
- [0201] n-채널형 TFT(623)과 p-채널형 TFT(624)를 조합시킨 CMOS 회로가 소스측 구동 회로(601)로 형성된다. 구동 회로는 다양한 CMOS 회로, PMOS 회로 또는 NMOS 회로에 의해 형성될 수 있다. 본 양태에서 기판 상에 구동 회로를 일체형으로 형성할 필요는 없으며, 상기 구동 회로를 기판 상이 아닌 상기 기판 외부에 형성할 수도 있다.
- [0202] 화소부(602)는 스위칭용 TFT(611), 전류제어용 TFT(612) 및 상기 전류제어용 TFT(612)의 드레인에 전기적으로 접속된 제 1 전극(613)을 각각 포함하는 화소를 복수개 갖는다. 제 1 전극(613)의 단부를 덮어서 절연물(614)

가 형성된다. 여기서, 상기 절연물(614)는 포지티브 감광성 아크릴 수지막을 이용하여 형성된다.

- [0203] 피복성을 개선시키기 위해서, 절연물(614)는 이의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면을 갖도록 제공된다. 예를 들어, 절연물(614)의 재료로서 포지티브 감광성 아크릴을 사용하는 경우, 절연물(614)의 상단부에만 곡률 반경(0.2 μ m 내지 3 μ m)을 갖는 곡면을 갖는 것이 바람직하다. 절연물(614)로서, 광 조사에 의해 에천트(etchant)에 불용해성이 되는 네가티브형이나 광 조사에 의해 에천트에 용해성이 되는 포지티브형을 사용할 수 있다.
- [0204] 제 1 전극(613) 위에 EL 층(616)과 제 2 전극(617)이 형성되어 있다. 여기서, 높은 일함수를 갖는 재료를 애노드로 기능하는 제 1 전극(613)을 위한 재료로 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어, ITO 막, 규소를 함유한 인듐 주석 산화물막, 2중량% 내지 20중량%의 산화 아연을 함유한 산화 인듐 막, 진화 티타늄 막, 크롬 막, 텅스텐 막, Zn 막, Pt 막 등을 사용할 수 있다. 이러한 단층 막 외에 질화 티타늄 막과 알루미늄을 주 성분으로 함유한 막의 적층막; 질화 티타늄 막, 알루미늄을 주 성분으로 함유한 막 및 질화 티타늄 막의 3층 적층막 등을 사용할 수도 있다. 적층 구조를 채택하는 경우, 배선의 저항이 낮고 양호한 음 접촉을 얻을 수 있음을 주목해야 한다.
- [0205] EL 층(616)은 증착 마스크를 사용한 증착법, 잉크젯법, 또는 스핀 코팅법과 같은 다양한 방법에 의해 형성된다. EL 층(616)은 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 함유한다. 또한, EL 층(616)은 저분자 화합물 또는 고분자 화합물(올리머 또는 덴드리머)을 포함하는 다른 재료를 사용하여 형성할 수도 있다.
- [0206] EL 층(616) 위에 형성되고 캐소드로 기능하는 제 2 전극(617)에 사용되는 재료로는, 낮은 일함수를 갖는 재료(Al, Mg, Li, Ca 또는 이들의 합금이나 화합물, 예를 들면, AgMg, MgIn, AlLi, LiF 또는 CaF₂)를 사용하는 것이 바람직하다. EL 층(616)에서 생성된 광이 제 2 전극(617)을 투과할 경우, 박형화한 금속 박막과 투명 도전막(ITO, 2중량% 내지 20중량%의 산화 아연을 함유한 산화 인듐, 규소를 함유한 인듐 주석 산화물, 산화 아연(ZnO) 등)의 적층을 사용하여 제 2 전극(617)을 형성하는 것이 바람직하다.
- [0207] 또한, 발광 소자(618)은 제 1 전극(613), EL 층(616) 및 제 2 전극(617)을 포함한다. 상기 발광 소자(618)은 양태 3 내지 5에 서술된 구성 중 하나를 갖는다. 또한, 화소부는 복수의 발광 소자를 포함하여 본 양태에서 발광 장치에서 양태 3 내지 5에 서술된 구성 중 하나를 갖는 발광 소자와 그 외 다른 구성을 발광 소자 둘 다를 포함할 수 있다.
- [0208] 셀재(605)로 밀봉 기관(604)와 소자 기관(610)을 서로 부착시키는 경우, 소자 기관(610), 밀봉 기관(604) 및 셀재(605)에 의해 둘러싸인 공간(607)에 발광 소자(618)이 제공된다. 공간(607)에는 충전체로서 불활성 기체(질소 또는 아르곤)로 채우거나 셀재(605)로 상기 공간(607)을 채우는 경우가 있다.
- [0209] 셀재(605)로는 에폭시 수지를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 될 수 있는 한 수분 또는 산소를 투과하지 않는 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 밀봉 기관(604)로, 유리 기관 또는 석영 기관 외에 FRP(섬유유리 강화 플라스틱), PVF(폴리비닐 플루오라이드), 폴리에스테르, 아크릴 등으로 형성된 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.
- [0210] 상기한 바와 같이, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 사용하여 제작된 발광 장치를 획득할 수 있다.
- [0211] 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 본 발명의 일 양태에 따른 상기 발광 장치에 사용하기 때문에, 바람직한 특성을 획득할 수 있다. 구체적으로는, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체는 넓은 에너지 갭을 갖고 발광 물질로부터 에너지 이동을 억제하기 때문에, 바람직한 발광 효율을 갖는 발광 소자를 제공할 수 있고 전력 소비가 저감된 발광 장치를 본 발명의 일 양태에 따라 제공할 수 있다. 또한, 색순도가 높은 발광, 특히 바람직하게 청색 발광을 얻을 수 있기 때문에, 색 재현성이 우수하고 우수한 표시 품질을 갖는 발광 장치를 성취할 수 있다.
- [0212] 액티브 매트릭스형 발광 장치를 전술한 본 양태에서 설명하고 있으나, 패시브 매트릭스형 발광 장치도 선택적으로 제조할 수 있다. 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 양태를 적용하여 제작한 패시브 매트릭스형 발광 장치를 도시한다. 도 4a는 발광 장치의 사시도이고 도 4b는 도 4a의 X-Y를 따라 절단한 단면도이다. 도 4a 및 도 4b에 소, EL 층(955)는 기관(951) 위에 그리고 전극(952)과 전극(956) 사이에 위치한다. 전극(952)의 단부는 절연층(953)에 의해 덮혀져 있다. 격벽층(954)은 절연층(953) 상에 위치한다. 격벽층(954)의 측벽은 상기 측벽들이 기관 표면에 가까울수록 하나의 측벽과 나머지 측벽과의 거리가 짧아지도록 경사를 갖는다. 즉, 격벽층(954)의 좁은 측 방향의 단면이 사다리꼴 모양을 갖고 저변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고 절연

층(953)과 접하는 면)이 상변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향으로 향하고 절연층(953)과 접하지 않는 면)보다 짧다. 이러한 방식에서 격벽층(954)를 제공함으로써, 정전하에 기인한 발광 소자의 불량을 막을 수 있다. 저구동 전압에서 동작하는 본 발명의 일 양태에 따른 상기 발광 소자를 포함하는 경우, 패시브 매트릭스형 발광 장치를 저소비전력으로 구동시킬 수 있다.

[0213] [양태 8]

[0214] 본 양태에서는, 양태 7에 기재된 발광 장치를 그 일부에 포함하는 본 발명의 일 양태에 따른 전자 기기를 설명할 것이다. 본 발명의 일 양태에 따른 전자 기기는 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 포함하고 있으므로 소비 전력이 저감된 표시부를 갖는 전자 기기를 획득할 수 있다. 또한, 탁월한 색 재현성과 우수한 표시 품질을 갖는 표시부를 갖는 전자 기기를 제공할 수 있다.

[0215] 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 사용하여 제작된 발광 소자를 갖는 전자 기기의 예로는 비디오 카메라 또는 디지털 카메라와 같은 카메라, 고글형 디스플레이, 네비게이션 시스템, 음향 재생 장치(예를 들어, 차량 오디오 컴포넌트, 오디오 컴포넌트 등), 컴퓨터, 게임기, 휴대용 정보 단말기(예를 들어, 모바일 컴퓨터, 휴대전화, 휴대형 게임기, 전자서적 등), 기록 매체를 구비한 화상 재생 장치(구체적으로는, DVD(digital versatile disc)와 같은 기록 매체를 재생할 수 있고 화상을 표시할 수 있는 표시 장치를 구비한 장치) 등이 있을 수 있다. 이러한 전자 기기들은 도 5a 내지 5d에 도시되어 있다.

[0216] 도 5a는 본 발명의 일 양태에 따른 텔레비전 장치를 도시하고 있으며, 이는 케이스(9101), 지지대(9102), 표시부(9103), 스피커부(9104), 비디오 입력단자(9105) 등을 포함한다. 이 텔레비전 장치의 표시부(9103)에는, 양태 3 내지 5 중 어느 하나에서 서술된 것과 같은 발광 소자가 매트릭스에 배열된다. 상기 발광 소자의 발광 효율은 높다. 양호한 색의 발광을 보이는 발광 소자이다. 따라서, 발광 소자를 사용하여 형성된 표시부(9103)을 갖는 텔레비전 장치는 전력을 덜 소모한다. 또한, 상기 텔레비전 장치는 탁월한 색 재생력과 우수한 표시 품질을 가질 수 있다.

[0217] 도 5b는 본 발명의 일 양태에 따른 컴퓨터를 도시하고 있으며, 이는 본체(9201), 케이스(9202), 표시부(9203), 키보드(9204), 외부 접속 포트(9205), 포인팅 디바이스(9206) 등을 포함한다. 본 컴퓨터의 표시부(9203)에는, 양태 3 내지 5 중 어느 하나에서 서술된 것과 같은 발광 소자를 매트릭스에 배열한다. 상기 발광 소자의 발광 효율은 높다. 양호한 색의 발광을 보이는 발광 소자이다. 따라서, 발광 소자를 사용하여 형성된 표시부(9203)을 갖는 본 컴퓨터는 전력을 덜 소모한다. 또한, 상기 컴퓨터는 탁월한 색 재현성과 우수한 표시 품질을 가질 수 있다.

[0218] 도 5c는 본 발명의 일 양태에 따른 휴대전화를 도시하고 있으며, 이는 본체(9401), 케이스(9402), 표시부(9403), 음성입력부(9404), 음성출력부(9405), 조작키(9406), 외부 접속 포트(9407), 안테나(9408) 등을 포함한다. 본 휴대전화의 표시부(9403)에는, 양태 3 내지 5 중 어느 하나에서 서술된 것과 같은 발광 소자를 매트릭스에 배열한다. 상기 발광 소자의 발광 효율은 높다. 양호한 색의 발광을 보이는 발광 소자이다. 따라서, 발광 소자를 사용하여 형성된 표시부(9403)를 갖는 본 휴대전화는 전력을 덜 소모한다. 또한, 상기 휴대전화는 탁월한 색 재현성과 우수한 표시 품질을 가질 수 있다.

[0219] 도 5d는 본 발명의 일 양태에 따른 카메라를 도시하고 있으며, 이는 본체(9501), 표시부(9502), 케이스(9503), 외부 접속 포트(9504), 리모콘 수신부(9505), 화상 수신부(9506), 배터리(9507), 음향 입력부(9508), 조작키(9509), 접안부(9510) 등을 포함한다. 본 카메라의 표시부(9502)에는, 양태 3 내지 5 중 어느 하나에서 서술된 것과 같은 발광 소자를 매트릭스에 배열한다. 상기 발광 소자의 발광 효율은 높다. 양호한 색의 발광을 보이는 발광 소자이다. 따라서, 발광 소자를 사용하여 형성된 표시부(9502)를 갖는 본 카메라는 전력을 덜 소모한다. 또한, 상기 카메라는 탁월한 색 재현성과 우수한 표시 품질을 가질 수 있다.

[0220] 상기한 바와 같이, 양태 7에 기재된 발광 장치의 적용 범위는 매우 광범위하여 상기 발광 장치를 모든 분야의 전자 기기에 적용할 수 있다. 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 사용함으로써 소비 전력이 저감된 전자 기기를 획득할 수 있다. 또한, 탁월한 색 재현성에 고품질 표시를 제공할 수 있는 표시부를 갖는 전자 기기를 획득할 수 있다.

[0221] 양태 7에 기재된 발광 장치는 조명 기기로 사용될 수도 있다. 양태 7에 기재된 발광 장치를 조명 기기로 사용하는 일 양태를 도 6을 참조하여 설명한다.

[0222] 도 6은 양태 7에 기재된 발광 장치를 백라이트(backlight)로 사용하는 액정 표시 장치의 일례를 도시하고 있다. 도 6에 도시된 액정 표시 장치는 케이스(901), 액정층(902), 백라이트 유닛(903) 및 케이스(904)를 포함한다.

상기 액정층(902)는 드라이버 IC(905)에 접속된다. 양태 7에 기재된 발광 장치는 단자(906)을 통하여 전류가 공급되는 백라이트 유닛(903)으로 사용된다.

[0223] 양태 7에 기재된 발광 장치를 액정 표시 장치의 백라이트로서 사용함으로써 상기 백라이트는 전력을 덜 소모한다. 또한, 양태 7에 기재된 발광 장치는 면발광을 갖는 조명 기기이고 대면적화할 수 있다. 따라서, 상기 백라이트는 대면적화할 수 있고, 대면적을 가진 액정 표시 장치를 획득할 수 있다. 또한, 양태 7에 기재된 발광 장치는 박형이기 때문에, 표시 장치의 두께를 줄일 수 있다.

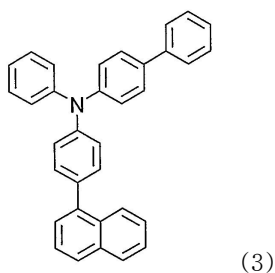
[0224] 도 7은 양태 7에 기재된 발광 장치를 조명 기기인 테이블 램프로 사용한 일례를 도시하고 있다. 도 7에 도시된 테이블 램프는 케이스(2001) 및 광원(2002)를 포함하고 양태 7에 기재된 발광 장치가 광원(2002)로서 사용된다.

[0225] 도 8은 양태 7에 기재된 발광 장치를 실내 조명 기기(3001)로 사용하는 일례를 도시하고 있다. 양태 7에 기재된 발광 장치는 전력을 덜 소모하므로 전력을 덜 소모하는 조명 기기를 획득할 수 있다. 또한, 양태 7에 기재된 발광 장치는 대면적화할 수 있으므로, 발광 장치는 대면적 조명 기기로 사용될 수 있다. 또한, 양태 7에 기재된 발광 장치가 박형이므로 상기 발광 장치는 박형화한 조명 기기에 사용될 수 있다. 양태 7에 기재된 발광 장치를 이러한 방식으로 상기 실내 조명 기기(3001)로 사용하는 방에서는, 도 5a에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 양태에 따른 텔레비전 장치(3002)를 설치하여 공공 방송과 영화를 감상할 수도 있다.

[0226] [실시예 1]

[0227] <<합성에 1>>

[0228] 본 실시예는 양태 1에 구조식(3)으로서 기재된 트리아릴아민 유도체인 4-(1-나프틸)-4'-페닐트리페닐아민(약칭: α NBA1BP)의 합성예이다. 이하에 α NBA1BP의 구조를 나타낸다.

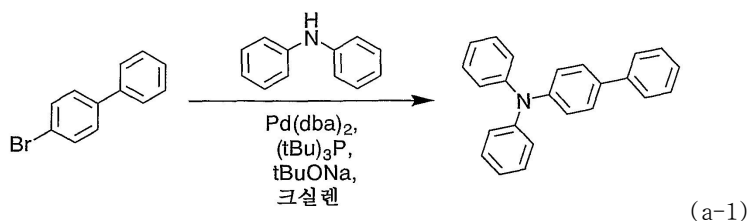


[0229]

[0230] <단계 1: 4-페닐트리페닐아민의 합성>

[0231] 300mL 3구 플라스크에, 4-브로모바이페닐 9.3g(40mmol), 디페닐아민 6.8g(40mmol), 나트륨 3급-부톡사이드 5.0g(50mmol) 및 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐(0) 10mg을 넣고, 크실렌 10mL와 트리(3급-부틸)포스핀(10중량% 헥산 용액) 0.6mL를 상기 혼합물에 첨가했다. 상기 혼합물을 저압하에서 교반하면서 탈기시켰다. 탈기 후, 혼합물을 질소 분위기하에 130℃에서 3.5시간 동안 교반하였다. 교반 후, 톨루엔 250mL를 상기 반응 혼합물에 첨가하고 이 현탁액을 셀라이트(Waco Pure Chemical Industries Ltd. 제조, 카탈로그 제531-16855, 동일한 제조물을 이하에서 사용), 알루미늄 및 플로리실(Waco Pure Chemical Industries Ltd. 제조, 카탈로그 제540-00135, 동일한 제조물을 이하에서 사용)를 통해 여과시켰다. 수득한 여액을 물로 세척하고 황산마그네슘을 첨가하여 여액을 건조시켰다. 이 혼합물을 셀라이트, 알루미늄 그리고 플로리실을 통해 여과시켜 여액을 수득하였다. 수득한 여액을 농축시키고, 메탄올을 첨가하고, 초음파를 걸어준 다음, 재결정하여 89% 수율로 목적하는 백색 분말 11g을 수득하였다. 단계 1의 합성 도식은 다음 반응식 a-1에 나타낸다.

[0232] 반응식 a-1



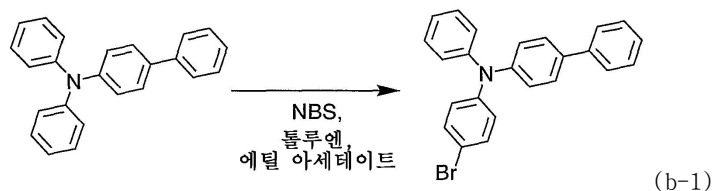
[0233]

[0234] <단계 2: 4-브로모-4'-페닐트리페닐아민의 합성>

[0235] 500mL 삼각 플라스크에, 4-페닐트리페닐아민 6.4g(20mmol), 에틸 아세테이트 250mL 및 톨루엔 150mL를 넣고, 상

기 혼합물을 교반한 다음, N-브로모석신이미드(약칭: NBS) 3.6g(20mmol)을 상기 용액에 첨가하였다. 이 후, 상기 혼합물을 27.5시간 동안 교반하였다. 수득한 현탁액을 물로 세척한 후, 수분을 황산마그네슘으로 제거하였다. 이 현탁액을 농축 건조시켜서 96% 수율로 목적하는 백색 분말 7.7g을 수득하였다. 단계 2의 합성 도식은 다음 반응식 b-1에 나타낸다.

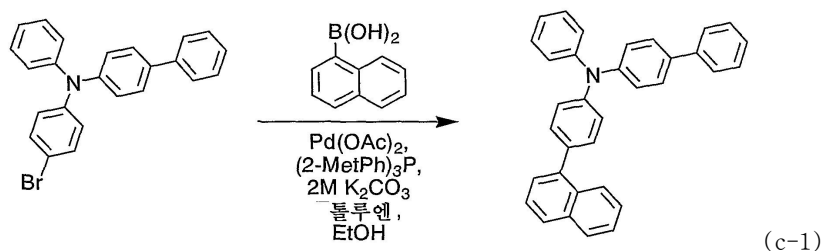
반응식 b-1



<단계 3: 4-(1-나프틸)-4'-페닐트리페닐아민(약칭: αNBA1BP)의 합성>

100mL 3구 플라스크에, 4-브로모-4'-페닐트리페닐아민 8.0g(20mmol), 1-나프탈렌보론산 3.4g(20mmol), 팔라듐(II) 아세테이트 44mg(0.2mmol) 및 트리(o-톨릴)포스핀 60mg(0.4mmol)을 넣고, 톨루엔 20mL, 에탄올 10mL, 탄산칼륨 수용액(2mol/L) 15mL를 상기 혼합액에 첨가하였다. 상기 혼합물을 저압하에서 교반하면서 탈기시켰다. 탈기 후, 혼합물을 질소 분위기하에 90℃에서 2.5시간 동안 교반하고 반응시켰다. 반응 후, 톨루엔 150mL를 상기 반응 혼합물에 첨가하고 이 현탁액을 플로리실, 실리카 겔에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켰다. 수득한 여액을 물로 세척하고 황산마그네슘을 첨가하여 수분을 제거하였다. 이 현탁액을 플로리실, 알루미늄, 실리카 겔에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켜 여액을 수득하였다. 수득한 여액을 농축시키고, 메탄올을 첨가하고, 초음파를 걸어준 다음, 재결정하여 97% 수율로 목적하는 백색 고체 8.6g을 수득하였다. 단계 3의 합성 도식은 다음 반응식 c-1에 나타낸다.

반응식 c-1



실리카 겔 박층 크로마토그래피(TLC)(전개 용매, 에틸 아세테이트:헥산=1:10)에 의한 목적물의 Rf 값이 0.43이고 4-브로모-4'-페닐트리페닐아민의 값이 0.50이었다.

전술한 단계 3을 통해 수득한 화합물을 핵자기공명법(¹H NMR)에 의해 측정하였다. 측정 데이터는 이하에 나타낸다.

¹H NMR (CDCl₃, 300 MHz): δ (ppm) = 7.07 (t, J = 7.5 Hz, 1H), 7.22 ~ 7.61

(m, 17H), 7.83 (d, J = 7.8 Hz, 1H), 7.88 ~ 7.91 (m, 1H), 8.02 ~ 8.05 (m, 1H)

¹H NMR의 차트는 도 9a에 도시한다. 또한, 도 9b는 도 9a의 6ppm으로부터 9ppm 범위를 확대한 부분을 도시하는 차트이다.

계속해서, 상기 화합물의 분자량을 비행 시간형 질량 분석(약칭: TOF-MS) 검출기(Waters Micromass LCT Premier, Waters 제조)로 측정하였다. 아세토니트릴과 0.1% 포름산 용액을 함유한 혼합액(아세토니트릴과 포름산 용액의 혼합비, 80/20 vol/vol)을 용매로 사용하였다. 따라서, 분자량 448.21(모드는 ES⁺)의 주 피크를 검출하였다.

상기 측정 결과로부터, 상기 구조식(3)으로 나타내는 상기 트리아릴아민 유도체인 αNBA1BP가 본 합성으로 수득되었음을 알았다.

다음으로, 도 10은 αNBA1BP의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼과 αNBA1BP의 박막의 흡수 스펙트럼을 도시한다.

자외-가시 분광광도계(V-550, JASCO Coporation 제조)를 상기 흡수 스펙트럼의 측정에 사용하였다. α NBA1BP의 톨루엔 용액의 스펙트럼은 석영 셀에서 측정하였다. 측정된 흡수 스펙트럼에서 석영 셀의 흡수 스펙트럼을 빼서 얻은 용액의 흡수 스펙트럼을 도 10에 도시한다. 또한, 상기 박막의 흡수 스펙트럼에 대해서는 α NBA1BP를 석영 기판에 증착시켜 용액을 제조하였고, 석영 기판의 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 도 10에 도시한다. 도 10에서는, 가로축은 파장(nm)을 나타내고, 세로축은 흡수강도(임의 단위)를 나타낸다. 도 10으로부터, α NBA1BP의 톨루엔 용액의 경우 장파장 측의 흡수 피크가 약 332nm에서 관찰되고, 박막의 경우에는, 장파장 측의 흡수 피크가 약 339nm에서 관찰되었다.

[0249] α NBA1BP의 톨루엔 용액의 발광 스펙트럼과 α NBA1BP의 박막의 발광 스펙트럼은 도 11에 도시한다. 상기 흡수 스펙트럼 측정과 같은 방식으로 자외-가시 분광광도계(V-550, JASCO Coporation 제조)를 사용하여 측정을 행하였다. α NBA1BP의 톨루엔 용액의 발광 스펙트럼은 석영 셀에서 측정하였고, α NBA1BP의 박막의 발광 스펙트럼은 α NBA1BP를 석영 기판 위에 증착함으로써 시료를 제작하여 측정하였다. 도 11로부터, α NBA1BP의 톨루엔 용액의 경우에는 최대 발광 파장이 약 404nm(여기 파장: 365nm)에서 관찰되고, 박막의 경우에는 최대 발광 파장이 약 423nm(여기 파장: 340nm)에서 관찰되었다.

[0250] α NBA1BP의 박막을 대기 중에서 광전자 분광법(AC-2, Riken Keiki Co., Ltd.의 제품)에 의해 측정한 결과 α NBA1BP의 HOMO 준위는 -5.52eV이었다. 도 10의 박막의 흡수 스펙트럼의 T_{auc} 플롯은 흡수단이 3.27eV임을 나타냈다. 그러므로, α NBA1BP의 고체 상태의 에너지 갭은 3.27eV로 추정되고 이는 α NBA1BP의 LOMO 준위가 -2.25eV임을 의미한다. 따라서 상기한 바와 같이, α NBA1BP는 고체 상태에서 3.27eV의 넓은 에너지 갭을 가짐을 알았다.

[0251] 또한, α NBA1BP의 산화 반응 특성을 측정하였다. 산화 반응 특성은 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 의해 조사하였다. 또한, 전기화학 애널라이저(ALS model 600A 또는 600C, BAS Inc. 제조)를 상기 측정에 사용했다.

[0252] CV 측정에 사용되는 용액은, 탈수 N,N-디메틸포름아미드(약칭: DMF, Sigma-Aldrich Inc. 제조, 99.8%, 카탈로그 번호 22705-6)을 용매로서 사용하고, 지지 전해질인 테트라-n-부틸암모늄 퍼클로레이트(약칭: n-Bu₄NC10₄, Tokyo Chemical Industry Co., 카탈로그 번호 T0836)를 테트라-n-부틸암모늄 퍼클로레이트의 농도가 100mmol/L이 되도록 용매에 용해시켰다. 또한, 측정 대상을 농도가 2mmol/L이 되도록 용매에 용해시켰다. 또한, 백금 전극(PTE 백금 전극, BAS Inc. 제조)을 작용 전극으로 사용하였다; 백금 전극(VC-3 Pt 카운터 전극(5cm), BAS Inc. 제조)을 보조 전극으로 사용하였다; 그리고 Ag/Ag⁺ 전극(RE5 비수용매계 참조 전극, BAS Inc. 제조)을 참조 전극으로 사용하였다. 측정은 실온(20℃ 내지 25℃)에서 수행하였음을 주목해야 한다. 이러한 CV 측정의 스캔 속도는 0.1V/s로 통일했다.

[0253] 참조 전극에 대한 작용 전극의 전위를 0.22V로부터 0.70V까지 변화시킨 후 0.70V로부터 0.22V까지 변화시키는 주사를 1사이클이라 해서, 100사이클 측정했다.

[0254] 측정 결과로부터, 100사이클 측정 후에도 산화 피크에서 큰 변화 없이 α NBA1BP는 산화 상태와 중성 상태 사이의 산화 환원의 반복이 양호한 특성을 갖는 것을 알았다.

[0255] 또한, α NBA1BP의 HOMO 준위도 상기 CV 측정 결과로부터 산출했다.

[0256] 우선, 본 실시예에서 사용된 참조 전극(Ag/Ag⁺ 전극)의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지(eV)를 산출했다. 즉, Ag/Ag⁺ 전극의 페르미 준위를 산출했다. 메탄올 중에서의 페로센의 산화-환원 전위는 표준 수소 전극에 대하여 +0.610V[vs. SHE]로 알려져 있다(참조: Christian R. Goldsmith et al., J. Am. Chem. Soc., Vol. 124, No. 1, pp. 83-96, 2002). 한편, 본 실시예에서 사용된 참조 전극을 사용하여, 메탄올 중에서의 페로센의 산화-환원 전위는 +0.11V[vs. Ag/Ag⁺]로 산출되었다. 따라서, 본 실시예에서 사용된 참조 전극의 포텐셜 에너지는 표준 수소 전극보다 0.50[eV] 낮은 것을 알았다.

[0257] 여기서, 표준 수소 전극의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지는 -4.44eV라고 알려져 있다(참조: Toshihiro Ohnishi and Tamami Koyama, Macromolecular EL material, Kyoritsu Shuppan, pp.64-67). 상기한 바와 같이, 본 실시예에서 사용된 참조 전극의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지를 -4.44-0.50=-4.94[eV]라고 산출할 수 있다.

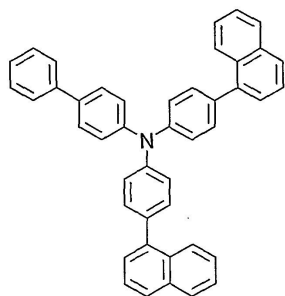
[0258] 계속해서, α NBA1BP의 CV 측정에 의한 HOMO 준위의 산출에 대해 상술한다. α NBA1BP의 산화 피크 전위 E_{pa} 는

0.61V이다. 또한, 환원 피크 전위 E_{pc} 는 0.54V이었다. 그러므로, 반파장 전위(E_{pa} 와 E_{pc} 사이의 중간 전위)가 0.57V라고 산출할 수 있다. 이는 α NBA1BP가 0.57V[vs. Ag/Ag^+]의 전기 에너지에 의해 산화되는 것을 나타내고 이 에너지는 HOMO 준위에 상당한다. 여기서, 상기한 바와 같이, 본 실시예에서 사용된 참조 전극의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지는 -4.94[eV]이다; 그러므로, α NBA1BP의 HOMO 준위가 -4.94-0.57=-5.51[eV]로 산출됨을 알았다.

[0259] [실시예 2]

[0260] <<합성예 2>>

[0261] 본 실시예는 양태 1에 구조식(10)으로서 기재된 트리아릴아민 유도체인 4,4'-디-(1-나프틸)-4''-페닐트리페닐아민(약칭: α NBB1BP)의 합성예이다. 이하에 α NBB1BP의 구조를 나타낸다.



(10)

[0262]

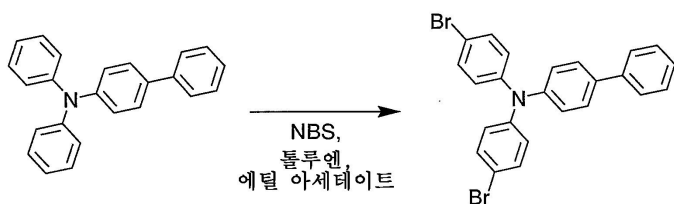
[0263] <단계 1: 4-페닐트리페닐아민의 합성>

[0264] 합성예 1에서 단계 1과 같은 방식으로 합성을 실시하였다.

[0265] <단계 2: 4,4'-디브로모-4''-페닐트리페닐아민의 합성>

[0266] 300mL 삼각 플라스크에, 단계 1에서 합성된 4-페닐트리페닐아민 4.8g(15mmol), 에틸 아세테이트 150mL 및 톨루엔 100mL를 넣고, 상기 혼합물을 교반한 다음, N-브로모석신이미드(약칭: NBS) 5.3g(30mmol)을 상기 용액에 첨가하였다. 이 후, 상기 혼합물을 27.5시간 동안 교반하였다. 수득한 현탁액을 물로 세척한 후, 수분을 황산마그네슘으로 제거하였다. 이 현탁액을 농축 건조시켜서 99% 수율로 목적하는 백색 분말 7.1g을 수득하였다. 단계 2의 합성 도식은 다음 반응식 b-2에 나타낸다.

[0267] 반응식 b-2



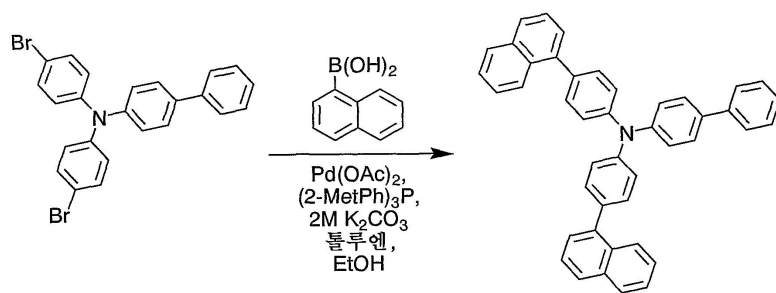
(b-2)

[0268]

[0269] <단계 3: 4,4'-디-(1-나프틸)-4''-페닐트리페닐아민(약칭: α NBB1BP)의 합성>

[0270] 100mL 3구 플라스크에, 4,4'-디브로모-4''-페닐트리페닐아민 1.4g(3.0mmol), 1-나프탈렌보론산 1.1g(6.6mmol), 팔라듐(II) 아세테이트 33mg(0.15mmol) 및 트리(o-톨릴)포스핀 91mg(0.3mmol)을 넣고, 톨루엔 20mL, 에탄올 5mL, 탄산칼륨 수용액(2mol/L) 2.5mL를 상기 혼합액에 첨가하였다. 상기 혼합물을 저압하에서 교반하면서 탈기시켰다. 탈기 후, 혼합물을 질소 분위기하에 90℃에서 6시간 동안 교반하고 반응시켰다. 반응 후, 톨루엔 150mL를 상기 반응 혼합물에 첨가하고 이 현탁액을 플로리실, 알루미늄아에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켰다. 수득한 여액을 물로 세척하고 황산마그네슘을 첨가하여 여액을 건조시켰다. 건조 후 이 현탁액을 플로리실, 알루미늄아에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켜 여액을 수득하였다. 수득한 여액을 농축시키고, 메탄올을 첨가하고, 초음파를 걸어준 다음, 재결정하여 53% 수율로 목적하는 백색 고체 1.2g을 수득하였다. 단계 3의 합성 도식은 다음 반응식 c-2에 나타낸다.

[0271] 반응식 c-2



(c-2)

실리카 겔 박층 크로마토그래피(TLC)(전개 용매, 에틸 아세테이트:헥산=1:10)에 의한 목적물의 Rf 값이 0.59이고 4,4'-디브로모-4''-페닐트리페닐아민의 값이 0.74이었다.

전술한 단계 3을 통해 수득한 화합물을 핵자기공명법(^1H NMR)에 의해 측정하였다. 측정 데이터는 이하에 나타낸다.

^1H NMR (CDCl_3 , 300 MHz): δ (ppm) = 7.30 – 7.64 (m, 25H), 7.85 (d, J = 7.8 Hz, 2H), 7.90 – 7.93 (m, 2H), 8.04 – 8.08 (m, 2H)

^1H NMR의 차트는 도 12a에 도시한다. 또한, 도 12b는 도 12a의 6ppm으로부터 9ppm 범위를 확대한 부분을 도시하는 차트이다.

상기 화합물의 분자량을 TOF-MS 검출기(Waters Micromass LCT Premier, Waters 제조)로 측정하였다. 아세트니트릴과 0.1% 포름산 용액을 함유한 혼합액(아세트니트릴과 포름산 용액의 혼합비, 80/20 vol/vol)을 용매로 사용하였다. 따라서, 분자량 574.25(모드는 ES+)의 주 피크를 검출하였다.

상기 측정 결과로부터, 상기 구조식(10)으로 나타내는 트리아릴아민 유도체인 αNBB1BP 를 본 합성으로 수득하였음을 알았다.

다음으로, 도 13은 αNBB1BP 의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼과 αNBB1BP 의 박막의 흡수 스펙트럼을 도시한다. 자외-가시 분광광도계(V-550, JASCO Coporation 제조)를 상기 흡수 스펙트럼의 측정에 사용하였다. αNBB1BP 의 톨루엔 용액의 스펙트럼은 석영 셀에서 측정하였다. 측정된 흡수 스펙트럼에서 석영 셀의 흡수 스펙트럼을 빼서 얻은 용액의 흡수 스펙트럼을 도 13에 도시한다. 또한, 박막의 흡수 스펙트럼에 대하여는 시료를 석영 기관 위에 αNBB1BP 를 증착시킴으로써 제조하였고, 상기 석영 기관의 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 도 13에 도시한다. 도 13에서는, 가로축은 파장(nm)을 나타내고, 세로축은 흡수강도(임의 단위)를 나타낸다. 도 13으로부터, αNBB1BP 의 톨루엔 용액의 경우에는 장파장 측의 흡수 피크가 약 341nm에서 관찰되고, 박막의 경우에는, 장파장 측의 흡수 피크가 약 351nm에서 관찰되었다.

αNBB1BP 의 톨루엔 용액의 발광 스펙트럼과 αNBB1BP 의 박막의 발광 스펙트럼은 도 14에 도시한다. 상기 흡수 스펙트럼 측정과 같은 방식으로 자외-가시 분광광도계(V-550, JASCO Coporation 제조)를 사용하여 측정을 행하였다. αNBB1BP 의 톨루엔 용액의 스펙트럼은 석영 셀에서 측정하였고, αNBB1BP 의 박막의 발광 스펙트럼은 αNBB1BP 를 석영 기관 위에 증착함으로써 시료를 제작하여 측정하였다. 도 14로부터, αNBB1BP 의 톨루엔 용액의 경우에는 최대 발광 파장이 약 408nm(여기 파장: 340nm)에서 관찰되고, 박막의 경우에는 최대 발광 파장이 약 426nm(여기 파장: 368nm)에서 관찰되었다.

αNBB1BP 의 박막을 대기 중에서 광전자 분광법(AC-2, Riken Keiki Co., Ltd.의 제품)에 의해 측정한 결과 αNBB1BP 의 HOMO 준위는 -5.58eV이었다. 도 13의 박막의 흡수 스펙트럼의 Tauc 플롯은 흡수단위 3.21eV임을 나타냈다. 그러므로, αNBB1BP 의 고체 상태의 에너지 갭은 3.21eV로 추정되고 이는 αNBB1BP 의 LOMO 준위가 -2.37eV임을 의미한다. 따라서 상기한 바와 같이, αNBB1BP 가 고체 상태에서 3.21eV의 넓은 에너지 갭을 가짐을 알았다.

또한, αNBB1BP 의 산화 반응 특성을 측정하였다. 산화 반응 특성은 실시예 1과 같은 방식으로 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 의해 조사하였다.

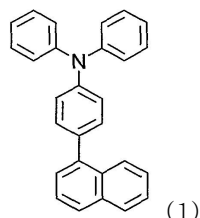
측정 결과로부터, 100사이클 측정 후에도 산화 피크에서 큰 변화 없이 αNBB1BP 는 산화 상태와 중성 상태 사이의 산화 환원의 반복이 양호한 특성을 갖는 것을 알 수 있었다.

[0284] 실시예 1과 같은 계산에 따라, α NBB1BP의 HOMO 준위는 -5.50[eV]임을 알았다.

[0285] [실시예 3]

[0286] <<합성예 3>>

[0287] 본 실시예는 양태 1에 구조식(1)으로서 기재된 트리아릴아민 유도체인 4-(1-나프틸)-트리페닐아민(약칭: α NBA1P)의 합성예이다, 이하에 α NBA1P의 구조를 나타낸다.

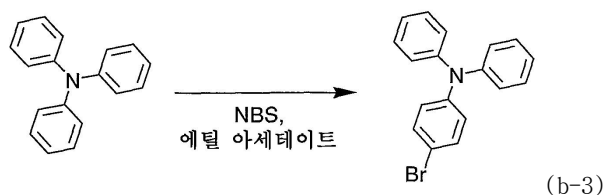


[0288]

[0289] <단계 1: 4-브로모트리페닐아민 합성>

[0290] 트리페닐아민 54.0g(220mmol)을 함유한 에틸 아세테이트 용액 1.5L에, N-브로모석신이미드(약칭: NBS) 35.6g(200mmol)을 첨가하였다. 이후, 상기 혼합물을 24시간 동안 교반하였다. 수득한 현탁액을 1L로 농축시킨 후, 상기 농축된 현탁액을 5% 아세트산나트륨을 함유한 수용액 1L로 세척하였다. 세척 후, 상기 용액을 약 50mL로 더 농축시켰다. 그 후, 상기 농축 용액에 메탄올을 첨가하고 상기 용액을 침전시켰다. 수득한 침전물을 여과 건조시켜서 73%의 수율로 목적하는 백색 분말 46.5g을 수득하였다. 단계 1의 합성 도식을 다음의 반응식 b-3에 나타낸다.

[0291] 반응식 b-3

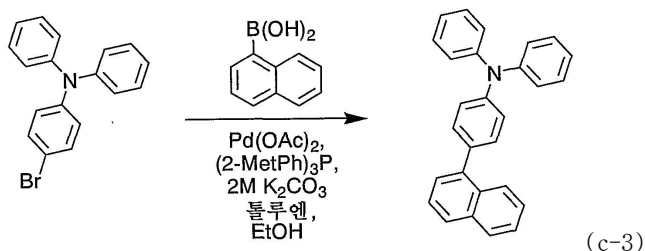


[0292]

[0293] <단계 2: 4-(1-나프틸)-트리페닐아민(약칭: α NBA1P)의 합성>

[0294] 200mL 3구 플라스크에, 단계 1에서 합성한 4-브로모트리페닐아민 9.7g(30mmol), 1-나프탈렌보론산 5.7g(33mmol), 팔라듐(II) 아세테이트 67mg(0.3mmol) 및 트리(o-톨릴)포스핀 91mg(0.3mmol)을 넣고, 톨루엔 50mL, 에탄올 20mL, 탄산칼륨 수용액(2mol/L) 20mL를 상기 혼합액에 첨가하였다. 상기 혼합물을 저압하에서 교반하면서 탈기시켰다. 탈기 후, 혼합물을 질소 분위기하에 90℃에서 2시간 동안 교반시켜 반응시켰다. 반응 후, 톨루엔 150mL를 상기 반응 혼합물에 첨가하고 이 현탁액을 플로리실, 실리카 겔에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켰다. 수득한 여액을 탄화수소나트륨 및 물의 순서로 세척하고 황산마그네슘을 첨가하여 여액을 건조시켰다. 건조 후 이 현탁액을 플로리실, 알루미늄, 실리카 겔에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켜 여액을 수득하였다. 수득한 여액을 농축시키고 건조시켜서 99% 수율로 목적하는 백색 고체 11g을 수득하였다. 단계 2의 합성 도식은 다음 반응식 c-3에 나타낸다.

[0295] 반응식 c-3



[0296]

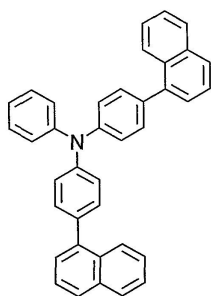
[0297] 실리카 겔 박층 크로마토그래피(TLC)(전개 용매, 에틸 아세테이트:헥산=1:10)에 의한 목적물의 Rf 값이 0.48이고 4-브로모트리페닐아민의 값이 0.55이었다.

[0298] 단계 2에서 수득한 백색 고체의 분자량을 TOF-MS 검출기(Waters Micromass LCT Premier, Waters 제조)로 측정하였다. 아세트니트릴과 0.1% 포름산 용액을 함유한 혼합액(아세트니트릴과 포름산 용액의 혼합비, 80/20 vol/vol)을 용매로 사용하였다. 따라서, 분자량 372.17(모드는 ES+)의 주 피크를 검출하였고 목적하는 α NBA1P를 수득하였음을 확인하였다.

[0299] [실시예 4]

[0300] <<합성예 4>>

[0301] 본 실시예는 양태 1에 구조식(7)로서 기재된 트리아릴아민 유도체인 4,4'-디-(1-나프틸)트리페닐아민(약칭: α NBB1P)의 합성예이다. 이하에 α NBB1P의 구조를 나타낸다.



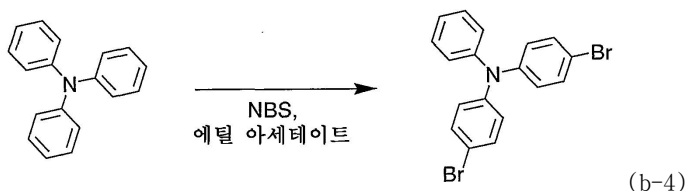
(7)

[0302]

[0303] <단계 1: 4,4'-디브로모트리페닐아민의 합성>

[0304] 500mL 삼각 플라스크에서 에틸 아세테이트 250mL에 트리페닐아민 12g(50mmol)을 용해시킨 후, N-브로모석신이미드(약칭: NBS) 18g(100mmol)을 상기 용액에 첨가하였다. 이후, 상기 혼합물을 실온에서 24시간 동안 교반하여 반응시켰다. 반응 완성 후 이 혼합 용액을 물로 세척한 후 황산마그네슘을 첨가하여 수분을 제거하였다. 이 혼합 용액을 여과시키고, 수득한 여액을 농축시키고 건조시켜서 99% 수율의 목적하는 백색 고체 20g을 수득하였다. 단계 1의 합성 도식을 다음의 반응식 b-4에 나타낸다.

[0305] 반응식 b-4



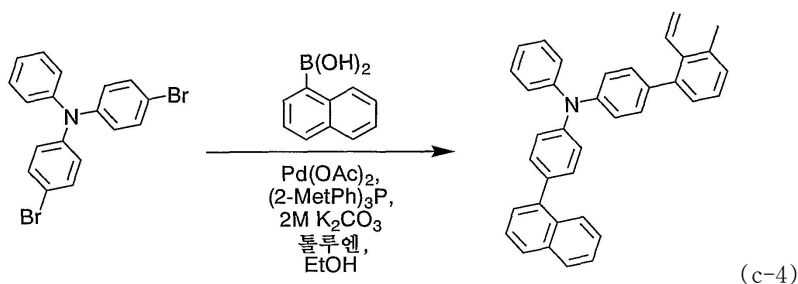
(b-4)

[0306]

[0307] <단계 2: 4,4'-디-(1-나프틸)-트리페닐아민(약칭: α NBB1P)의 합성>

[0308] 100mL 3구 플라스크에, 단계 1에서 합성한 4,4'-디브로모트리페닐아민 6.0g(15mmol), 1-나프탈렌보론산 5.2g(30mmol), 팔라듐(II) 아세테이트 2.0mg(0.01mmol) 및 트리(o-톨릴)포스핀 6.0mg(0.02mmol)을 넣고, 톨루엔 20mL, 에탄올 5mL 및 탄산칼륨 수용액(2mol/L) 20mL를 상기 혼합액에 첨가하였다. 상기 혼합물을 저압하에서 교반하면서 탈기시켰다. 탈기 후, 혼합물을 질소 분위기하에 90℃에서 4.5시간 동안 교반시켜 반응시켰다. 반응 후, 톨루엔 150mL를 상기 반응 혼합물에 첨가하고 이 현탁액을 플로리실에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켰다. 수득한 여액을 물로 세척하고 황산마그네슘을 첨가하여 수분을 제거하였다. 이 현탁액을 플로리실, 알루미나, 실리카 겔에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켜 여액을 수득하였다. 수득한 여액을 농축시키고, 메탄올을 첨가하고, 초음파를 걸어준 다음, 재결정하여 86% 수율로 목적하는 백색 고체 6.4g을 수득하였다. 단계 2의 합성 도식은 다음 반응식 c-4에 나타낸다.

[0309] 반응식 c-4



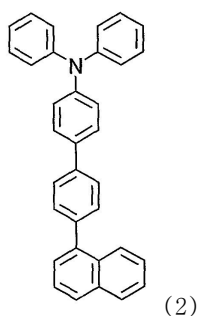
[0310] 실리카 겔 박층 크로마토그래피(TLC)(전개 용매, 에틸 아세테이트:헥산=1:10)에 의한 목적물의 Rf 값이 0.53이고 4,4'-디브로모트리페닐아민의 값이 0.69이었다.

[0312] 단계 2에서 수득한 백색 고체의 분자량을 TOF-MS 검출기(Waters Micromass LCT Premier, Waters 제조)로 측정하였다. 아세트오니트릴과 0.1% 포름산 용액을 함유한 혼합액(아세트오니트릴과 포름산 용액의 혼합비, 80/20 vol/vol)을 용매로 사용하였다. 따라서, 분자량 498.22(모드는 ES+)의 주 피크를 검출하였고 목적하는 αNBB1P를 수득하였음을 확인하였다.

[0313] [실시예 5]

[0314] <<합성에 5>>

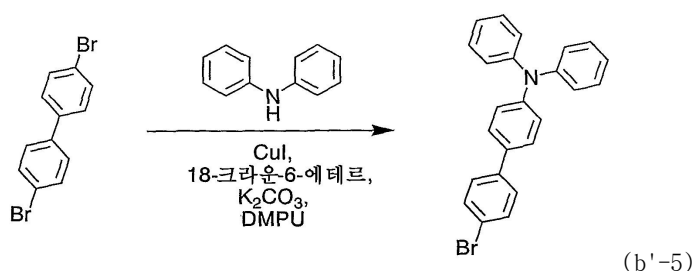
[0315] 본 실시예는 양태 1에 구조식(2)으로서 기재된 트리아릴아민 유도체인 [4'-(1-나프틸)바이페닐-4-일]디페닐아민(약칭: αNTA1P)의 합성예이다. 이하에 αNTA1P의 구조를 나타낸다.



[0317] <단계 1: 4-(4-브로모페닐)-트리페닐아민의 합성>

[0318] 500mL 3구 플라스크에, 4,4'-디브로모바이페닐 22g(70mmol), 디페닐아민 8.5g(50mmol), 요오드화구리(I) 1.9g(10mmol), 18-크라운-6-에테르 2.6g(10mmol), 탄산칼륨 6.9g(50mmol) 및 1,3-디메틸-3,4,5-테트라하이드로-2(1H)-피리미딘(약칭: DMPU) 50mL를 넣고, 상기 혼합물을 질소 분위기하에 180℃에서 37시간 동안 교반하여 반응시켰다. 반응 후, 톨루엔 500mL를 상기 반응 혼합물에 첨가하고 이 현탁액을 플로리실, 실리카 겔에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켰다. 수득한 여액을 물로 세척하고 황산마그네슘을 첨가하여 수분을 제거하였다. 이 현탁액을 플로리실, 알루미늄, 실리카 겔에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켜 여액을 수득하였다. 수득한 여액을 실리카 겔 컬럼 크로마토그래피(전개 용매, 톨루엔:헥산=1:4)로 정제시켰다. 수득한 분획을 농축시켜서 헥산과 메탄올을 첨가하고, 초음파를 걸어준 다음, 재결정하여 27% 수율로 목적하는 백색 분말 5.3g을 수득하였다. 단계 1의 합성 도식은 다음 반응식 b'-5에 나타낸다.

[0319] 반응식 b'-5



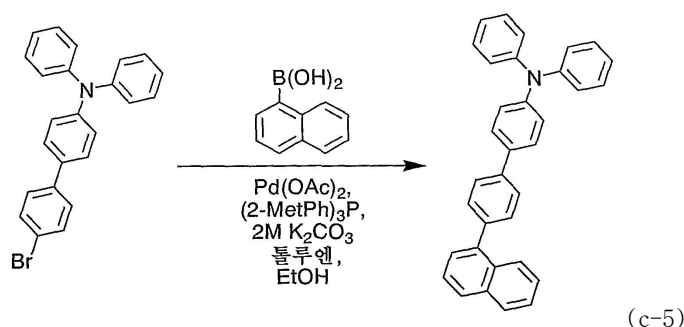
[0321] 실리카 겔 박층 크로마토그래피(TLC)(전개 용매, 에틸 아세테이트:헥산=1:10)에 의한 목적물의 Rf 값이 0.5이고

4,4'-디브로모바이페닐의 값이 0.59이었다.

[0322] <단계 2: [4'-(1-나프틸)바이페닐-4-일]디페닐아민(약칭: α NTA1P)의 합성>

[0323] 100mL 3구 플라스크에, 단계 1에서 합성한 4-(4-브로모페닐)-트리페닐아민 4.0g(10mmol), 1-나프탈렌보론산 1.7g(10mmol), 팔라듐(II) 아세테이트 11mg(0.05mmol) 및 트리(o-톨릴)포스핀 15mg(0.05mmol)을 넣고, 톨루엔 20mL, 에탄올 5mL 및 탄산칼륨 수용액(2mol/L) 10mL를 상기 혼합물에 첨가하였다. 상기 혼합물을 저압하에서 교반하면서 탈기시켰다. 탈기 후, 혼합물을 질소 분위기하에 90℃에서 7시간 동안 교반시켜 반응시켰다. 반응 후, 톨루엔 150mL를 상기 반응 혼합물에 첨가하고 이 현탁액을 실리카 겔, 알루미늄에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켰다. 수득한 여액을 물로 세척하고 황산마그네슘을 첨가하여 수분을 제거하였다. 이 현탁액을 실리카 겔, 알루미늄에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켜 여액을 수득하였다. 수득한 여액을 농축시키고, 메탄올을 첨가하고, 초음파를 걸어준 다음, 재결정하여 80% 수율로 목적하는 백색 분말 3.6g을 수득하였다. 단계 2의 합성 도식은 다음 반응식 c-5에 나타낸다.

[0324] 반응식 c-5



[0325]

[0326] 실리카 겔 박층 크로마토그래피(TLC)(전개 용매, 에틸 아세테이트:헥산=1:10)에 의한 목적물의 R_f 값이 0.58이고 1-(4'-브로모바이페닐-4-일)나프탈렌의 값이 0.65이었다.

[0327] 전술한 바와 같이 단계 2에서 수득한 백색 고체를 핵자기 공명법(¹H NMR)에 의해 측정하였다. 측정 데이터는 이하에 나타낸다.

¹H NMR (CDCl₃, 300 MHz): δ (ppm) = 7.05 (t, J = 7.8 Hz, 2H), 7.12 – 7.58 (m, 18H), 7.70 (d, J = 7.8 Hz, 2H), 7.87 (d, J = 8.1 Hz, 1H), 7.92 (d, J = 7.8 Hz, 1H), 7.99 (d, J = 8.7 Hz, 1H)

[0328]

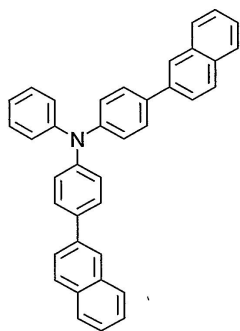
[0329] 상기 백색 고체의 분자량을 TOF-MS 검출기(Waters Micromass LCT Premier, Waters 제조)로 측정하였다. 아세토니트릴과 0.1% 포름산 용액을 함유한 혼합액(아세토니트릴과 포름산 용액의 혼합비, 80/20 vol/vol)을 용매로서 사용하였다. 따라서, 분자량 448.20(모드는 ES⁺)의 주 피크를 검출하였다.

[0330] 상기 측정 결과로부터, 상기 구조식(2)로 나타내는 본 발명의 일 양태에 따른 트리아릴아민 유도체인 α NTA1P를 본 합성예에 의해 수득하였음을 알았다.

[0331] [실시예 6]

[0332] <<합성예 6>>

[0333] 본 실시예는 양태 1에 구조식(19)로서 기재된 트리아릴아민 유도체인 4,4'-디-(2-나프틸)트리페닐아민(약칭: β NBB1P)의 합성예이다. 이하에 β NBB1P의 구조를 나타낸다.



(19)

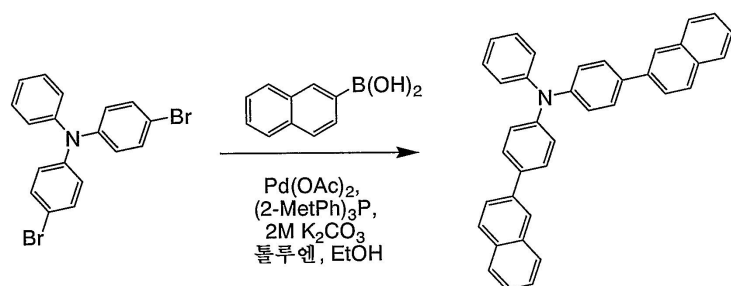
<단계 1: 4,4'-디브로모트리페닐아민의 합성>

합성에 4에서 단계 1과 같은 방식으로 합성을 실시하였다.

<단계 2: 4,4'-디-(2-나프틸)트리페닐아민(약칭: β NBB1P)의 합성>

300mL 3구 플라스크에, 단계 1에서 합성한 4,4'-디브로모트리페닐아민 6.0g(15mmol), 2-나프탈렌보론산 6.2g(36mmol), 팔라듐(II) 아세테이트 16mg(0.1mmol) 및 트리(o-톨릴)포스핀 21mg(0.1mmol)을 넣고, 톨루엔 50mL, 에탄올 20mL, 탄산칼륨 수용액(2mol/L) 20mL를 상기 혼합물에 첨가하였다. 상기 혼합물을 저압하에서 교반하면서 탈기시켰다. 탈기 후, 혼합물을 질소 분위기하에 90℃에서 4.5시간 동안 교반하여 반응시켰다. 반응 후, 톨루엔 150mL를 상기 반응 혼합물에 첨가하고 이 현탁액을 플로리실, 실리카 겔에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켰다. 수득한 여액을 물로 세척하고 황산마그네슘을 첨가하여 수분을 제거하였다. 이 현탁액을 플로리실, 알루미늄, 실리카 겔에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켜 여액을 수득하였다. 수득한 여액을 농축시키고, 헥산을 첨가하고, 초음파를 걸어준 다음, 재결정하여 75% 수율로 목적하는 백색 분말 5.6g을 수득하였다. 단계 2의 합성 도식은 다음 반응식 c-6에 나타낸다.

반응식 c-6



(c-6)

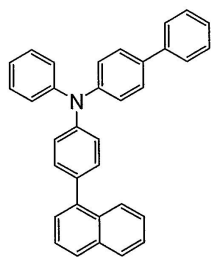
실리카 겔 박층 크로마토그래피(TLC)(전개 용매, 에틸 아세테이트:헥산=1:10)에 의한 목적물의 Rf 값이 0.53이고 4,4'-디브로모트리페닐아민의 값이 0.78이었다.

단계 2에서 수득한 백색 분말의 분자량을 TOF-MS 검출기(Waters Micromass LCT Premier, Waters 제조)로 측정하였다. 아세트니트릴과 0.1% 포름산 용액을 함유한 혼합액(아세트니트릴과 포름산 용액의 혼합비, 80/20 vol/vol)을 용매로 사용하였다. 따라서, 분자량 498.22(모드는 ES+)의 주 피크를 검출하였고 목적하는 β NBB1P를 수득하였음을 확인하였다.

[실시예 7]

<<합성에 7>>

본 실시예는 양태 1에 구조식(3)으로서 기재된 트리아릴아민 유도체인 4-(1-나프틸)-4'-페닐트리페닐아민(약칭: α NBA1BP)의 합성으로, 합성에 1과 다른 방법을 사용한 것이다. 이하에 α NBA1BP의 구조를 나타낸다.

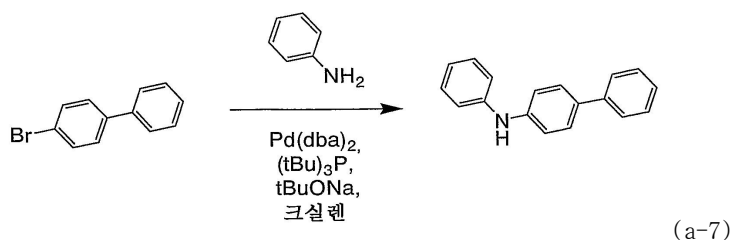


(3)

<단계 1: 4-페닐-디페닐아민의 합성>

1000mL 3구 플라스크에, 4-브로모바이페닐 51g(220mmol), 아닐린 23g(250mmol), 나트륨 3급-부톡사이드 50g(500mmol) 및 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐(0) 250mg(0.4mmol)을 넣고, 플라스크의 분위기를 질소로 치환하였다. 이 혼합물에 탈수 톨루엔 500mL를 첨가하였다. 이 혼합물을 저압하에서 교반하면서 탈기시켰다. 탈기 후, 트리(3급-부틸)포스핀(10중량% 헥산 용액) 3.0mL(1.5mmol)를 첨가하였다. 다음으로, 이 혼합물을 질소 분위기하에 90℃에서 4.5시간 동안 교반하여 반응시켰다. 반응 후, 톨루엔 600mL를 상기 반응 혼합물에 첨가하고 이 현탁액을 플로리실에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켰다. 수득한 여액을 물로 세척하고 황산마그네슘을 첨가하여 수분을 제거하였다. 이 현탁액을 플로리실에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켜 여액을 수득하였다. 수득한 여액을 농축시켜서 헥산을 첨가하고, 초음파를 걸어준 다음, 재결정하여 73% 수율로 목적하는 백색 분말 4-페닐-디페닐아민 40g을 수득하였다. 단계 1의 합성 도식은 다음 반응식 a-7에 나타낸다.

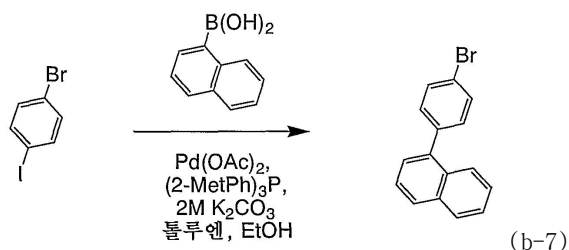
반응식 a-7



<단계 2: 1-(4-브로모페닐)-나프탈렌의 합성>

500mL 3구 플라스크에, 4-브로모요오도벤젠 46g(160mmol), 1-나프탈렌보론산 24g(140mmol), 팔라듐(II) 아세테이트 45mg(0.2mmol) 및 트리(o-톨릴)포스핀 60mg(0.2mmol)을 넣고, 톨루엔 100mL, 에탄올 20mL 및 탄산칼륨 수용액(2mol/L) 11mL를 상기 혼합물에 첨가하였다. 상기 혼합물을 저압하에서 교반하면서 탈기시켰다. 탈기 후, 혼합물을 질소 분위기하에 90℃에서 4시간 동안 교반하여 반응시켰다. 반응 후, 톨루엔 500mL를 상기 반응 혼합물에 첨가하고 이 현탁액을 플로리실에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켰다. 수득한 여액을 물로 세척하고 황산마그네슘을 첨가하여 수분을 제거하였다. 이 현탁액을 플로리실에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켜 여액을 수득하였다. 수득한 여액을 농축시키고, 실리카 겔 컬럼 크로마토그래피(전개 용매, 헥산)로 정제시켰다. 수득한 분획을 농축시켜서 62% 수율로 목적하는 무색 투명 액체 25g을 수득하였다. 단계 2의 합성 도식은 다음 반응식 b-7에 나타낸다.

반응식 b-7

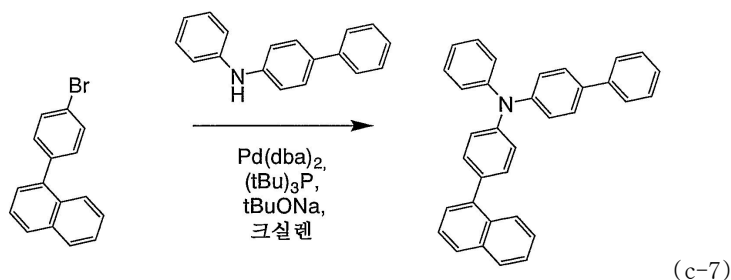


실리카 겔 박층 크로마토그래피(TLC)(전개 용매, 헥산)에 의한 목적물의 Rf 값이 0.38이고, 4-브로모요오도벤젠의 값이 0.57이었다.

<단계 3: 4-(1-나프틸)-4'-페닐트리페닐아민의 합성>

[0357] 300mL 3구 플라스크에, 단계 2에서 합성한 1-(4-브로모페닐)-나프탈렌 5.7g(20mmol), 단계 1에서 합성한 4-페닐-디페닐아민 4.9g(20mmol), 나트륨 3급-부톡사이드 2.5g(25mmol) 및 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐(0) 11mg(0.02mmol)을 넣고, 플라스크의 분위기를 질소로 치환하였다. 이 혼합물에 탈수 크실렌 50mL를 첨가하였다. 이 혼합물을 저압하에서 교반하면서 탈기시켰다. 탈기 후, 트리(3급-부틸)포스핀(10중량% 헥산 용액) 0.1mL(0.06mmol)을 첨가하였다. 이 혼합물을 질소 분위기하에 110℃에서 6.5시간 동안 교반하여 반응시켰다. 반응 후, 톨루엔 150mL를 상기 반응 혼합물에 첨가하고, 이 현탁액을 플로리실, 실리카 겔에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켰다. 수득한 여액을 물로 세척하고 황산마그네슘을 첨가하여 수분을 제거하였다. 이 현탁액을 플로리실, 실리카 겔에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켜 여액을 수득하였다. 수득한 여액을 농축시켜서 실리카 겔 컬럼 크로마토그래피(전개 용매, 톨루엔:헥산=1:9)로 정제시켰다. 수득한 분획을 농축시켜서 아세톤과 헥산을 첨가하고, 초음파를 걸어준 다음, 재결정하여 98% 수율로 목적하는 백색 분말 7.3g을 수득하였다. 단계 3의 합성 도식은 다음 반응식 c-7에 나타낸다.

[0358] 반응식 c-7



[0359] (c-7)

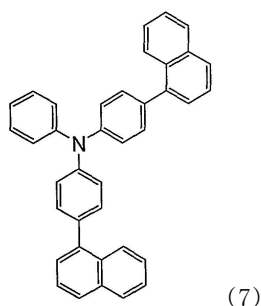
[0360] 실리카 겔 박층 크로마토그래피(TLC)(전개 용매, 에틸 아세테이트:헥산=1:10)에 의한 목적물의 Rf 값이 0.31이고 1-(4-브로모페닐)-나프탈렌의 값이 0.60이고, 4-페닐-디페닐아민의 값이 0.16이었다.

[0361] 단계 3에서 수득한 백색 분말의 분자량을 TOF-MS 검출기(Waters Micromass LCT Premier, Waters 제조)로 측정하였다. 아세토니트릴과 0.1% 포름산 용액을 함유한 혼합액(아세토니트릴과 포름산 용액의 혼합비, 80/20 vol/vol)을 용매로 사용하였다. 따라서, 분자량 448.21(모드는 ES+)의 주 피크를 검출하였다. 상기 측정 결과로부터, 상기 구조식(3)으로 나타내는 트리아릴아민 유도체인 α NBA1BP가 본 합성에 의해 수득되었음을 알았다.

[0362] [실시예 8]

[0363] <<합성예 8>>

[0364] 본 실시예는 양태 1에 구조식(7)으로서 기재된 트리아릴아민 유도체인 4,4'-디-(1-나프틸)트리페닐아민(약칭: α NBB1P)의 합성예이고, 이는 합성예 4와 다른 방법을 사용하는 것이다. 이하에 α NBB1P의 구조를 나타낸다.



[0365] (7)

[0366] <단계 1: 1-(4-브로모페닐)-나프탈렌의 합성>

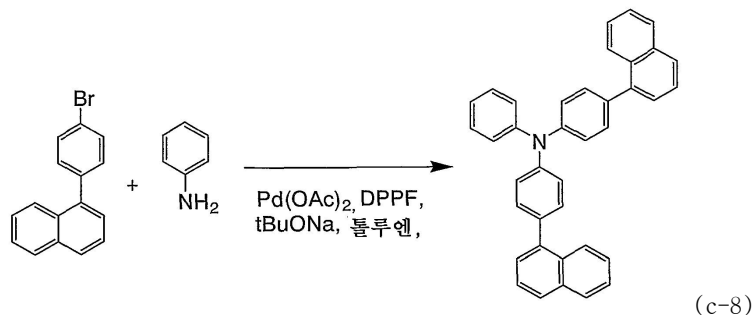
[0367] 합성예 7에서 단계 2와 같은 방식으로 합성을 실시하였다.

[0368] <단계 2: 4,4'-디-(1-나프틸)트리페닐아민(약칭: α NBB1P)의 합성>

[0369] 100mL 3구 플라스크에, 단계 1에서 합성한 1-(4-브로모페닐)-나프탈렌 3.4g(12mmol), 아닐린 0.5g(5mmol), 나트륨 3급-부톡사이드 1.5g(15mmol), 팔라듐(II) 아세테이트 10mg(0.05mmol), 1,1-비스(디페닐포스피노)페로센(약칭: DPPF) 10mg(0.05mmol) 및 톨루엔 15mL를 넣는다. 상기 혼합물을 저압하에서 교반하면서 탈기시켰다. 탈기 후, 혼합물을 질소 분위기하에 80℃에서 5시간 동안 교반하여 반응시켰다. 반응 후, 톨루엔 150mL를 상기

반응 혼합물에 첨가하고 이 현탁액을 플로리실에 이어, 셀라이트를 통해 여과시켰다. 수득한 여액을 농축시켜서 실리카 겔 컬럼 크로마토그래피(전개 용매, 톨루엔:헥산=1:4)로 정제시켰다. 수득한 분획을 농축시키고, 메탄올을 첨가하고, 초음파를 걸어준 다음, 재결정하여 77% 수율로 목적하는 백색 분말 1.9g을 수득하였다. 단계 2의 합성 도식은 다음 반응식 c-8에 나타낸다.

반응식 c-8

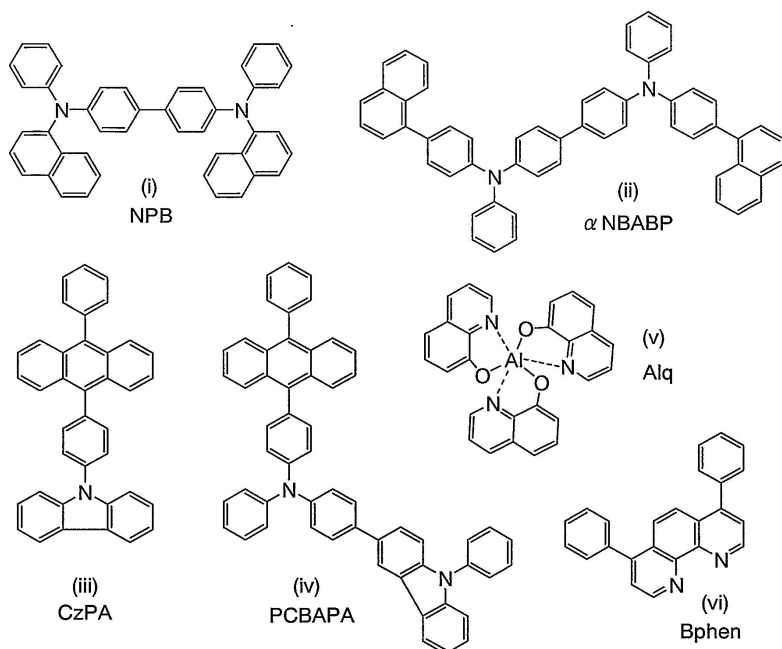


실리카 겔 박층 크로마토그래피(TLC)(전개 용매, 에틸 아세테이트:헥산=1:10)에 의한 목적물의 Rf 값이 0.22이고 1-브로모-4-(1-나프틸)벤젠의 값이 0.53이었다.

[실시예 9]

본 실시예에서는, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 청색 형광을 발광하는 발광층에 인접한 정공 수송층을 형성하는 재료로서 사용하는 2개의 발광 소자(발광 소자 2 및 발광 소자 3)를 제작하고, 상기 발광 소자를 위한 실험을 실시하였다. 본 실시예에서, 상기 트리아릴아민 유도체를 사용하지 않은 발광 소자(발광 소자 1 및 발광 소자 4)도 비교를 위하여 제조하였으며, 상기 발광 소자에 대한 성능 시험도 수행하였다.

또한, 본 실시예에서 사용되는 유기 화합물(α NBA1BP, 실시예 1 및 실시예 2에서 그 구조를 나타냈으므로 설명을 생략함)의 분자 구조를 하기 구조식 화학식 (i) 내지 (vi)에 나타낸다. 도 1a에서 전자 주입층이 전자 수송층(114)과 제 2 전극(104) 사이에 위치한 소자 구조를 채택하였다.



<<발광 소자 1 내지 4 제작>>

우선, 제 1 전극(102)으로서 두께 110nm의 규소를 함유한 인듐 주석 산화물(ITSO)이 성막된 유리 기판(101)을 준비하였다. ITSO 표면은 면적 2mm×2mm의 표면이 노출되도록 주변을 폴리이미드막으로 덮는다. 상기 전극 면적은 2mm×2mm이다. 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세척하고 200℃에서 1시간 동안 베이킹한 다음, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다. 그 후, 압력이 약 10^{-4} Pa로 감소된 진공 증

착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 베이킹시킨 다음, 기판을 30분 동안 냉각하였다.

[0379] 다음으로, ITS0를 갖는 상기 기판(101)의 표면을 아래로 향하도록 상기 기판(101)을 진공 증착 장치에 위치한 홀더에 고정시켰다.

[0380] 진공 증착 장치 내의 압력을 10^{-4} Pa로 낮춘 후 상기 구조식(i)으로 나타내는 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB)과 산화 몰리브덴(VI)을 NPB:산화 몰리브덴(VI)의 질량비가 4:1이 되도록 공증착시킴으로써, 정공 주입층(111)을 형성하였다. 상기 정공 주입층(111)의 두께는 50nm였다. 상기 공증착은 몇몇 다른 물질을 몇몇 다른 증발원으로부터 동시에 증발시키는 증착 방법임을 주목해야 한다.

[0381] 계속해서, 발광 소자 1에는 정공 수송층의 재료로서 널리 사용되는 NPB를, 발광 소자 2에는 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 α NBA1BP를, 발광 소자 3에는 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 α NBB1BP를, 발광 소자 4에는 상기 구조식(ii)으로 나타내는 공지 물질인 4-(1-나프틸)-4'-페닐트리페닐아민(약칭: α NBAPP)을 사용하여 두께가 10nm가 되도록 발광 소자 1 내지 4를 각각 증착하는 방식으로 정공 수송층(112)를 형성하였다.

[0382] 또한, 상기 구조식(iii)으로 나타내는 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA)과 상기 구조식(iv)으로 나타내는 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBAPA)을 CzPA:PCBAPA의 질량비가 1:0.1이 되도록 공증착하는 방식으로 정공 수송층(112) 위에 발광층(113)을 형성하였다. 상기 발광층(113)의 두께는 30nm였다.

[0383] 그 후, 상기 구조식(v)로 나타내는 트리스(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Alq)을 두께 10nm, Alq 위에 상기 구조식(vi)으로 나타내는 바토펜안트롤린(약칭: BPhen)을 두께 20nm로 증착함으로써 전자 수송층(114)을 형성하였다. 또한, 플루오르화 리튬을 전자 수송층(114) 위에 두께 1nm가 되도록 증착함으로써 전자 주입층을 형성하였다. 마지막으로, 캐소드로 기능하는 제 2 전극(104)으로서 알루미늄을 두께 200nm로 성막하여 발광 소자 1 내지 4를 완성하였다. 상기 증착 과정에서, 증착은 모두 저항 가열법을 실시하였음을 주목해야 한다.

[0384] <<발광 소자 1 내지 4의 동작 특성>>

[0385] 이와 같이 수득한 발광 소자 1 내지 4를 질소 분위기하에 글로브 박스 내에서 대기에 노출되지 않도록 밀봉하였다. 그 후, 발광 소자의 동작 특성을 측정하였다. 상기 측정은 실온(25℃로 유지된 대기)에서 실행하였음을 주목해야 한다.

[0386] 각 발광 소자의 전압-휘도 특성은 도 15에 도시하며, 각 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성은 도 16에 도시하며, 각 발광 소자의 휘도-파워 효율 특성은 도 17에 도시한다. 도 15에서는, 세로축이 휘도(cd/m^2)를 나타내고 가로축이 전압(V)을 나타낸다. 도 16에서는, 세로축이 전류 효율(cd/A)를 나타내고 가로축이 휘도(cd/m^2)를 나타낸다. 도 17에서는, 세로축이 파워 효율(lm/W)을 나타내고, 가로축이 휘도(cd/m^2)를 나타낸다.

[0387] 그래프로부터 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 정공 수송층으로서 사용한 발광 소자 2 및 발광 소자 3은, 발광 소자 1 및 발광 소자 4보다 바람직한 휘도-전류 효율 특성을 나타내고 양호한 발광 효율 특성을 갖는 것을 알았다. 또한, 휘도 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 에서 각 발광 소자의 파워 효율(lm/W)은, 발광 소자 1이 4.1이고, 발광 소자 2가 6.3이고, 발광 소자 3이 6.2이고, 발광 소자 4가 5.3이었다. 따라서, 발광 소자 2 및 발광 소자 3은 발광 소자 1 및 발광 소자 4와 비교하면, 저소비 전력 구동이 가능해서 바람직하다.

[0388] 도 18은 제작된 발광 소자 1 내지 4에 1mA 전류가 흐르도록 할 때 발광 스펙트럼이다. 도 18에서는, 가로축이 방출 파장(nm)을 나타내고 세로축이 방출 강도를 나타낸다. 도 18은 동일한 최대 방출 강도로 각 발광 소자의 비교값을 도시한다. 도 18로부터 각 발광 소자 1 내지 4가 발광 물질인 PCBAPA로부터 발생되는 바람직한 청색 발광을 보이는 것을 안다.

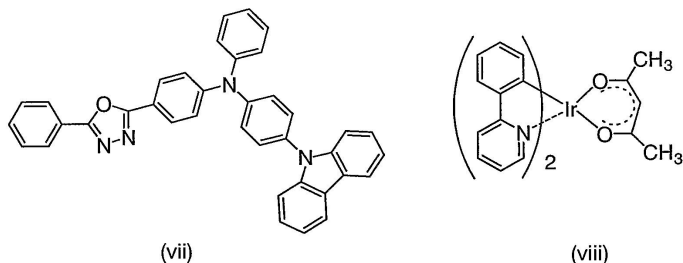
[0389] 다음으로, 이러한 소자들을 초기 휘도가 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 로 설정된 고정 전류 밀도의 조건 하에 구동하는 경우, 상기 발광 소자 각각이 휘도 반감기에서 유사하게 바람직한 특성을 보였다.

[0390] [실시에 10]

[0391] 본 실시예에서는, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 녹색 인광을 발광하는 발광층에 인접한 정공 수송층을 형성하는 재료로서 사용한 발광 소자(발광 소자 7)를 제작하고 상기 발광 소자의 성능 시험도 실시하였다.

본 실시예에서, 비교를 위해 트리아리아민 유도체를 사용하지 않은 발광 소자(발광 소자 5 및 발광 소자 6)도 제작하여 상기 발광 소자의 성능 시험을 실시하였다.

[0392] 본 실시예에서 사용되는 유기 화합물(이미 보여준 것으로 설명을 생략함)의 분자 구조는 하기 구조식(vii) 내지 (viii)에 나타낸다. 도 1a에서 전자 수송층(114)과 제 2 전극(104) 사이에 전자 주입층을 위치시킨 소자 구조를 채택하였다.



[0393]

[0394] <<발광 소자 5 내지 7의 제작>>

[0395] 우선, 제 1 전극(102)으로서 두께 110nm의 규소를 함유한 인듐 주석 산화물(ITSO)이 성막된 유리 기판(101)을 준비하였다. ITSO 표면은 면적 2mm×2mm의 표면이 노출되도록 주변을 폴리이미드막으로 덮는다. 상기 전극 면적은 2mm×2mm이다. 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세척하고 200℃에서 1시간 동안 베이킹한 다음, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다. 그 후, 압력이 약 10^{-4} Pa로 감소된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 베이킹시킨 다음, 기판을 30분 동안 냉각하였다.

[0396] 다음으로, ITSO를 갖는 상기 기판(101)의 표면을 아래로 향하도록 상기 기판(101)을 진공 증착 장치에 위치한 홀더에 고정시켰다.

[0397] 진공 증착 장치 내의 압력을 10^{-4} Pa로 낮춘 후 상기 구조식(i)으로 나타내는 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB)과 산화 몰리브덴(VI)을 NPB:산화 몰리브덴(VI)의 질량비가 4:1이 되도록 공증착시킴으로써, 정공 주입층(111)을 형성하였다. 상기 정공 주입층(111)의 두께는 40nm였다. 상기 공증착은 몇몇 다른 물질을 몇몇 다른 증발원으로부터 동시에 증발시키는 증착 방법임을 주목해야 한다.

[0398] 계속해서, 발광 소자 5에는 정공 수송층의 재료로서 널리 사용되는 NPB를, 발광 소자 6에는 실시예 6에 구조식(ii)으로 그 구조를 나타내는 αNBABP를, 발광 소자 7에는 양태 1에 기재된 본 발명의 일 양태에 따른 트리아릴아민 유도체인 αNBA1BP를 사용하여 두께가 20nm가 되도록 발광 소자 5 내지 7을 각각 증착시키는 방식으로 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0399] 또한, 상기 구조식(vii)으로 나타내는 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(5-페닐-1,3,4-옥사다졸-2-일)트리페닐아민(약칭: YGA011)과 상기 구조식(viii)로 나타내는 비스[2-페닐피리디네이트-N, C^{2'}]이리듐(III) 아세틸아세토네이트(약칭: Ir(ppy)₂acac)를 YGA011:Ir(ppy)₂acac의 질량비가 1:0.05가 되도록 공증착하는 방식으로 정공 수송층(112) 위에 발광층(113)을 형성하였다. 상기 발광층(113)의 두께는 40nm였다.

[0400] 그 후, 상기 화학식(vi)로 나타내는 바토펜안트롤린(약칭: BPhen)을 두께 30nm로 증착함으로써 전자 수송층(114)을 형성하였다. 또한, 플루오르화 리튬을 전자 수송층(114) 위에 두께 1nm가 되도록 증착함으로써 전자 주입층을 형성하였다. 마지막으로, 캐소드로 기능하는 제 2 전극(104)으로서 알루미늄을 두께 200nm로 성막하여 발광 소자 5 내지 7을 완성하였다. 상기 증착 과정에서, 증착은 모두 저항 가열법을 실시하였음을 주목해야 한다.

[0401] <<발광 소자 5 내지 7의 동작 특성>>

[0402] 이와 같이 수득한 발광 소자 5 내지 7을 질소 분위기하에 글로브 박스 내에서 대기에 노출되지 않도록 밀봉하였다. 그 후, 발광 소자의 동작 특성을 측정하였다. 상기 측정은 실온(25℃로 유지된 대기)에서 실행하였음을 주목해야 한다.

[0403] 각 발광 소자의 전류 밀도-휘도 특성은 도 19에 도시하며, 각 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성은 도 20에 도시하며, 각 발광 소자의 휘도-파워 효율 특성은 도 21에 도시하며, 각 발광 소자의 전압-휘도 특성을 도 22에 도

시한다. 도 19에서는, 세로축이 휘도(cd/m^2)를 나타내고 가로축이 전류 밀도(mA/cm^2)을 나타낸다. 도 20에서는, 세로축이 전류 효율(cd/A)를 나타내고 가로축이 휘도(cd/m^2)를 나타낸다. 도 21에서는, 세로축이 파워 효율(lm/W)을 나타내고, 가로축이 휘도(cd/m^2)를 나타낸다. 도 22에서는, 세로축이 휘도(cd/m^2)를 나타내고, 가로축이 전압(V)을 나타낸다.

[0404] 그래프로부터 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 정공 수송층으로서 사용한 발광 소자 7은, 발광 소자 5 및 발광 소자 6보다 바람직한 휘도-전류 효율 특성을 나타내고 양호한 발광 효율을 갖는다. 또한, 휘도 1000cd/m^2 에서 각 발광 소자의 파워 효율(lm/W)은, 발광 소자 5는 33이고, 발광 소자 6은 40이고, 발광 소자 7은 50이었다. 따라서, 발광 소자 7은, 발광 소자 5 및 발광 소자 6과 비교하면, 저소비 전력 구동이 가능해서 바람직하다.

[0405] 또한, 휘도 1000cd/m^2 에서 각 발광 소자 5 내지 7 각각의 CIE 색도 좌표는 ($x=0.35$, $y=0.62$)이고, $\text{Ir(ppy)}_2\text{acac}$ 로부터 유도된 녹색 발광을 보였다.

[0406] 상기 결과로부터, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체는 녹색 인광을 발광하는 발광층에 인접한 정공 수송층으로 사용되는 경우에도 높은 발광 효율을 보이기 때문에, 상기 트리아릴아민 유도체가 높은 삼중항 에너지를 갖는 물질임을 안다.

[0407] [실시예 11]

[0408] 본 실시예에서는, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체에 엑셉터성 물질을 함유한 복합 재료를 정공 주입층을 형성하는 재료로서 사용한 4개의 발광 소자(발광 소자 9, 발광 소자 10, 발광 소자 11 및 발광 소자 12)를 제작하고, 상기 발광 소자의 성능 시험도 수행하였다. 본 실시예에서, 비교를 위해 트리아릴아민 유도체를 사용하지 않은 발광 소자(발광 소자 8)도 제작하였으며, 상기 발광 소자의 성능 시험도 수행하였음을 주목해야 한다.

[0409] 본 실시예에서 사용되는 유기 화합물은 본 명세서에서 이미 서술되어 있으므로, 분자 구조에 대한 설명은 생략함을 주목해야 한다. 도 1a에서 2층 구조를 갖는 발광층(113)을 갖고 전자 수송층(114)과 제 2 전극(104) 사이에 전자 주입층을 위치시킨 소자 구조를 채택하였다.

[0410] <<발광 소자 8 내지 12의 제작>>

[0411] 우선, 제 1 전극(102)으로서 두께 110nm 의 규소를 함유한 인듐 주석 산화물(ITSO)이 성막되는 유리 기판(101)을 준비하였다. ITSO 표면은 면적 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 의 표면이 노출되도록 주변을 폴리이미드막으로 덮는다. 상기 전극 면적은 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 이다. 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세척하고 200°C 에서 1시간 동안 베이킹한 다음, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다. 그 후, 압력이 약 10^{-4}Pa 로 감소된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치의 가열실에서 170°C 에서 30분 동안 진공 베이킹시킨 다음, 기판을 30분 동안 냉각하였다.

[0412] 다음으로, ITSO를 갖는 상기 기판(101)의 표면을 아래로 향하도록 상기 기판(101)을 진공 증착 장치에 위치한 홀더에 고정시켰다.

[0413] 진공 증착 장치 내의 압력을 10^{-4}Pa 로 낮춘 후 비교 소자인 상기 발광 소자 8에서 NPB와 산화 몰리브덴(VI)을 NPB:산화 몰리브덴(VI)의 질량비가 4:1이 되도록 공증착시킴으로써, 정공 주입층(111)을 형성하였다. 또한, 본 발명의 일 양태에 따른 발광 소자의 각 일례인 발광 소자 9 내지 12에서는 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 αNBA1BP 를 산화 몰리브덴(VI)과 공증착하는 NPB 대신 사용하여 정공 주입층(111)을 형성하였다. 발광 소자 9에서 αNBA1BP 와 산화 몰리브덴(VI)의 질량비가 8:1이고; 상기 발광 소자 10에서의 질량비는 4:1이고; 상기 발광 소자 11 및 12의 질량비는 2:1이 되도록 증착을 수행하였다. 상기 정공 주입층 각각의 두께는 50nm 였다. 상기 공증착은 몇몇 다른 물질을 몇몇 다른 증발원으로부터 동시에 증발시키는 증착 방법임을 주목해야 한다.

[0414] 계속해서, 상기 발광 소자 8 내지 11에는 정공 수송층의 재료로서 널리 사용되는 NPB를, 발광 소자 12에는 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 αNBA1BP 를 사용하여 두께가 10nm 가 되도록 발광 소자 8 내지 12를 각각 증착하는 방식으로 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0415] 또한, PCBAAP를 두께가 25nm 가 되도록 증착하고, CzPA와 PCBAAP를 CzPA:PCBAAP의 질량비가 10:1이 되고 두께가 30nm 가 되도록 공증착하는 방식으로 정공 수송층(112) 위에 발광층(113)을 형성하였다.

- [0416] 그 후, Alq를 두께 10nm, Alq의 막 위에 BPhen을 두께 20nm로 증착함으로써 전자 수송층(114)을 형성하였다. 또한, 플루오르화 리튬을 전자 수송층(114) 위에 두께 1nm가 되도록 증착함으로써 전자 주입층을 형성하였다. 마지막으로, 캐소드로 기능하는 제 2 전극(104)으로서 두께가 200nm인 알루미늄을 형성하여 발광 소자 8 내지 12를 완성하였다. 상기 증착 과정에서, 증착은 모두 저항 가열법을 실시하였음을 주목해야 한다.
- [0417] <<발광 소자 8 내지 12의 동작 특성>>
- [0418] 이와 같이 수득한 발광 소자 8 내지 12를 질소 분위기하에 글로브 박스 내에서 대기에 노출되지 않도록 밀봉하였다. 그 후, 상기 발광 소자의 동작 특성을 측정하였다. 상기 측정은 실온(25℃로 유지된 대기)에서 실행하였음을 주목해야 한다.
- [0419] 각 발광 소자의 전압-휘도 특성은 도 23에 도시하며, 각 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성은 도 24에 도시하며, 각 발광 소자의 휘도-파워 효율 특성은 도 25에 도시한다. 도 23에서는, 세로축이 휘도(cd/m²)를 나타내고 가로축이 전압(V)을 나타낸다. 도 24에서는, 세로축이 전류 효율(cd/A)를 나타내고 가로축이 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 도 25에서는, 세로축이 파워 효율(lm/W)을 나타내고, 가로축이 휘도(cd/m²)를 나타낸다.
- [0420] 도 24로부터 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체를 정공 수송층을 위한 복합 재료로서 엑셉터성 물질과 함께 사용한 발광 소자 9 내지 12는, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체 대신 NPB를 사용한 발광 소자 8보다 바람직한 휘도-전류 효율 특성을 나타내고 양호한 발광 효율을 갖는다는 것을 알았다. 또한, 도 25로부터 휘도 1000cd/m²에서 각 발광 소자의 파워 효율(lm/W)은, 발광 소자 8은 4.7이고, 발광 소자 9는 4.9이고, 발광 소자 10은 4.9이고, 발광 소자 11은 4.8이고, 발광 소자 12는 5.0이었다. 따라서, 발광 소자 9 내지 12는, 발광 소자 8과 비교하면, 저소비 전력 구동이 가능해서 바람직하다는 것을 알았다.
- [0421] 도 26은 제작된 발광 소자 8 내지 12에 1mA 전류가 흐르도록 할 때 발광 스펙트럼이다. 도 26에서는, 가로축이 방출 파장(nm)을 나타내고 세로축이 방출 강도를 나타낸다. 도 26은 동일한 최대 방출 강도로 각 발광 소자의 비교값을 도시한다. 도 26으로부터 각 발광 소자 8 내지 12가, 발광 물질인 PCBAFA로부터 발생하는 바람직한 청색 발광을 보이는 것을 안다.
- [0422] 다음으로, 각 소자의 시간-규격화 휘도 특성을 도 27에 도시한다. 가로축은 시간(h)를 나타내고, 세로축은 규격화 휘도(%)를 나타낸다. 이러한 소자들을 초기 휘도가 1000cd/m²로 설정된 고정 전류 밀도의 조건 하에 구동하는 경우, 발광 소자 각각의 신뢰성은 동일하게 바람직한 특성을 보였다. 도 27에서, 그래프의 궤적은 발광 소자 각각(상기 발광 소자 8 내지 12)에서 거의 같은 궤적을 그리고 있으므로 하나로 보인다.
- [0423] 발광 소자 8 내지 12로부터 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체는 엑셉터성 물질과 함께 정공 주입층(111)으로 사용하는 것이 바람직하다는 것을 알았다. 또한, 발광 소자 12로부터 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체가 정공 주입층(111)과 정공 수송층(112) 양쪽에 동시에 사용될 수 있는 바람직한 재료임을 알았다. 따라서, 소자를 쉽게 제조할 수 있고 재료 이용 효율도 향상시킬 수 있다.
- [0424] [실시예 12]
- [0425] 높은 정공 수송성을 갖는 재료와 산화 몰리브덴(VI)과 같은 엑셉터성 물질과의 복합 재료를 발광 소자의 정공 주입층에 사용하는 경우, 일함수에 관계없이 전극을 형성하는 재료를 선택할 수 있다; 그러므로, 복합 재료는 상당히 유용하다. 그러나, 애노드측으로부터 발광을 하는 경우, 복합 재료를 투과한 광은 발광 소자를 통하여 외부로 추출할 수 있다; 그러므로, 복합 재료의 흡수 특성에 따라 발광 소자에 불리한 영향을 미치는 경우가 있다.
- [0426] 도 28은 NPB와 실시예 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 αNBA1BP를 각각 산화 몰리브덴(VI)과 공증착했을 때 파장-투과율 특성을 나타낸다. 도 28에서는, 가로축이 파장(nm)을 나타내고, 세로축이 투과율(%)을 나타낸다. NPB:산화 몰리브덴(VI)의 질량비와 αNBA1BP:산화 몰리브덴(VI)의 질량비가 각각 4:1이 되도록 석영 기판 위에 NPB 및 αNBA1BP를 산화 몰리브덴(VI)으로 진공 증착했다. 두께는 각각 50nm이었다. 총 스펙트럼으로부터 각 석영 기판의 투과 스펙트럼을 뺀다.
- [0427] 도 28로부터 NPB를 사용한 복합 재료의 막은 420nm 내지 550nm의 파장 범위에서 넓은 흡수를 갖는다는 것을 안다. 420nm 내지 550nm의 파장 범위에서의 흡수는 청색 내지 녹색 발광 영역에 상당하고, 복합 재료를 사용하는 경우 청색 내지 녹색 발광 소자로부터의 발광이 복합 재료에 의해 흡수된다. 따라서, 색도와 발광 효율에 악영

향을 미칠 수 있음을 인식하여야 한다. 한편, α NBA1BP를 사용한 복합 재료로 이루어진 막은 700nm 파장보다 장파장측에 넓은 흡수를 갖는다는 것을 알았다. 그러나, 흡수 영역은 가시광 영역이 아니기 때문에, 발광 소자에 대한 영향은 적다.

[0428]

이러한 방식으로, 양태 1에 기재된 트리아릴아민 유도체인 α NBA1BP와 산화 몰리브덴(VI)을 공증착한 복합 재료는 가시광에 대한 흡수가 적기 때문에, 복합 재료가 가시 광선을 방출하는 발광 소자에 바람직하게 적용할 수 있음을 주목해야 한다.

산업상 이용가능성

[0430]

본 발명의 일 양태에 따른 트리아릴아민 유도체는, 에너지 갭이 넓거나 기저 상태와 삼중항 여기 상태 사이의 에너지 차(이하 삼중항 에너지라고도 함)가 있다; 그러므로, 상기 트리아릴아민 유도체는 청색 형광을 제공하는 발광 소자 또는 녹색 인광을 제공하는 발광 소자의 호스트 재료 또는 캐리어 수송 재료(특히 정공 수송 물질)로서 매우 바람직하게 사용될 수 있다. 또한, 본 발명의 일 양태에 따른 트리아릴아민 유도체는 넓은 가시 영역(청색광 내지 적색광)의 발광 파장을 갖는 발광 물질에 대한 호스트 재료 또는 캐리어 수송 재료로서 사용될 수 있으므로 효율적으로 발광시킬 수 있다. 또한, 적색, 녹색 및 청색 등 복수의 화소를 포함하는 발광 장치를 형성하는 경우에, 발광 소자를 형성하는 공정에서 호스트 재료 또는 캐리어 수송 재료의 종류를 통일시킬 수 있다; 따라서, 상기 공정이 간소화될 수 있고 재료 이용 효율도 높아 바람직하다. 또한, 본 발명의 일 양태에 따른 트리아릴아민 유도체는 발광 물질로서 사용될 수 있고 상기 에너지 갭이 전술한 바와 같이 크다; 그러므로, 청색 발광을 위한 충분히 짧은 파장과 높은 색순도를 갖는 발광 소자를 획득할 수 있다. 그리고, 본 발명의 일 양태에 따른 트리아릴아민 유도체는 전술한 바와 같은 탁월한 특성을 가지므로, 바람직한 발광 효율을 갖는 발광 소자를 제공할 수 있고, 따라서 소비 전력이 저감된 발광 장치를 획득할 수 있다. 게다가, 높은 색순도, 특히 청색 발광을 갖는 발광을 얻을 수 있기 때문에, 탁월한 색 재현성과 높은 표시 품질을 갖는 발광 장치를 획득할 수 있다. 또한, 소비 전력이 저감된 조명 기기를 획득할 수 있고, 이 경우의 조명 기기는 대면적의 박형일 수 있다.

[0431]

본 출원은 각각 2008년 5월 16일, 2008년 11월 26일, 2009년 2월 3일자 일본 특허청에 출원한 일본 특허 출원 제2008-129991호, 제2008-300827호 및 제2009-022314호에 근거하며, 본원에 전문이 참조로 인용된다.

부호의 설명

[0432]

- 101: 기판
- 102: 제 1 전극
- 103: EL 층
- 104: 제 2 전극
- 111: 정공 주입층
- 112: 정공 수송층
- 113: 발광층
- 114: 전자 수송층
- 501: 제 1 전극
- 502: 제 2 전극
- 511: 제 1 발광 유닛
- 512: 제 2 발광 유닛
- 513: 전하 생성층
- 601: 구동 회로부(소스측 구동 회로)
- 602: 화소부

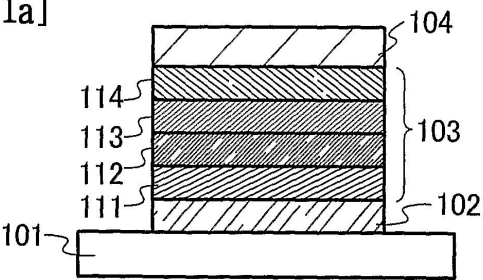
603: 구동 회로부(게이트측 구동 회로)
 604: 밀봉 기관
 605: 셀재
 607: 공간
 608: 배선
 609: FPC(플렉서블 프린티드 서킷)
 610: 소자기관
 611: 스위칭용 TFT
 612: 전류제어용 TFT
 613: 제 1 전극
 614: 절연물
 616: EL 층
 617: 제 2 전극
 618: 발광 소자
 623: n-채널형 TFT
 624: p-채널형 TFT
 901: 케이스
 902: 액정층
 903: 백라이트 유닛
 904: 케이스
 905: 드라이버 IC
 906: 단자
 951: 기관
 952: 전극
 953: 절연층
 954: 격벽층
 955: EL 층
 956: 전극
 1201: 소스 전극
 1202: 활성층
 1203: 드레인 전극
 1204: 게이트 전극
 2001: 케이스
 2002: 광원
 3001: 조명 기기
 9101: 케이스

9102: 지지대
9103: 표시부
9104: 스피커부
9105: 비디오 입력단자
9201: 본체
9202: 케이스
9203: 표시부
9204: 키보드
9205: 외부 접속 포트
9206: 포인팅 디바이스
9401: 본체
9402: 케이스
9403: 표시부
9404: 음성입력부
9405: 음성출력부
9406: 조작키
9407: 외부 접속 포트
9408: 안테나
9501: 본체
9502: 표시부
9503: 케이스
9504: 외부 접속 포트
9505: 리모콘 수신부
9506: 수상부
9507: 배터리
9508: 음성입력부
9509: 조작키
9510: 접안부

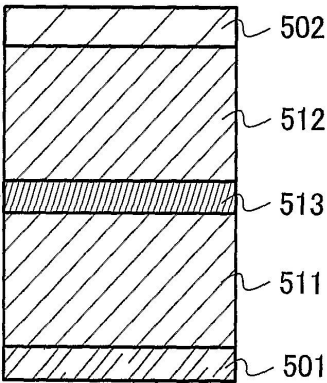
도면

도면1

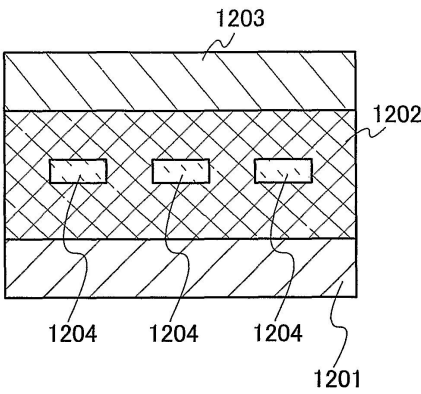
[도 1a]



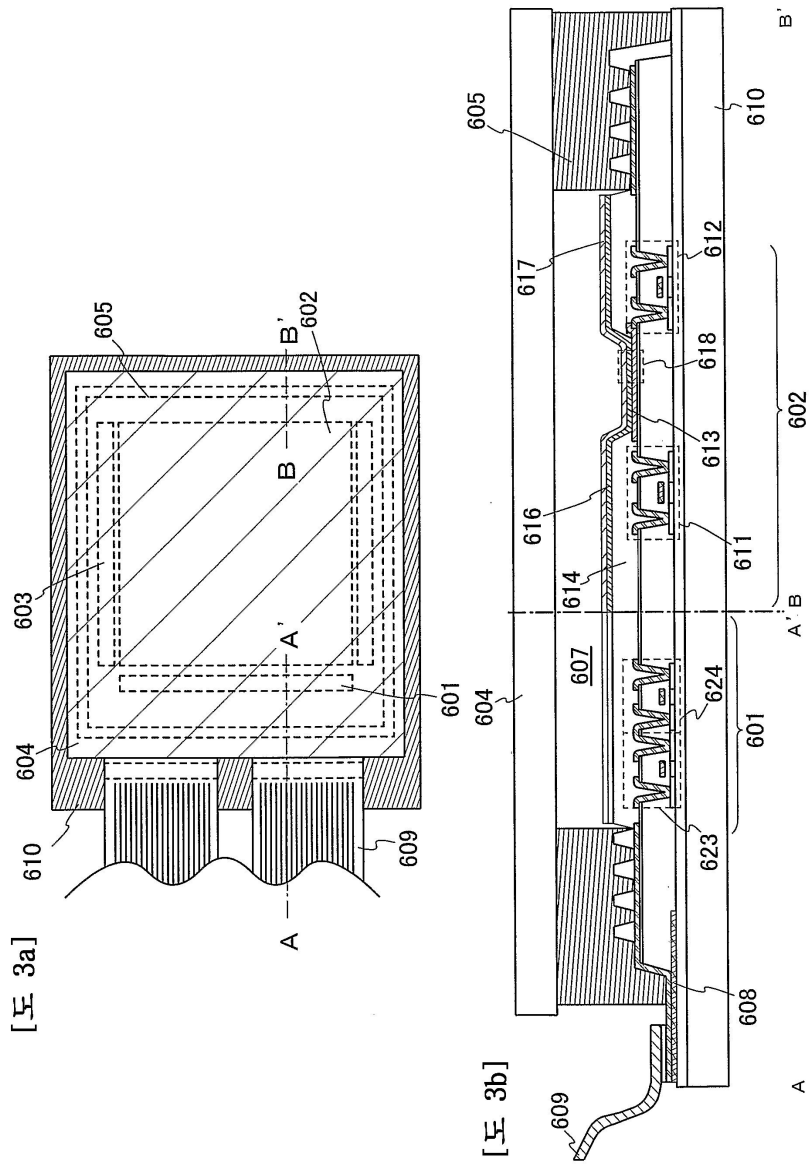
[도 1b]



도면2

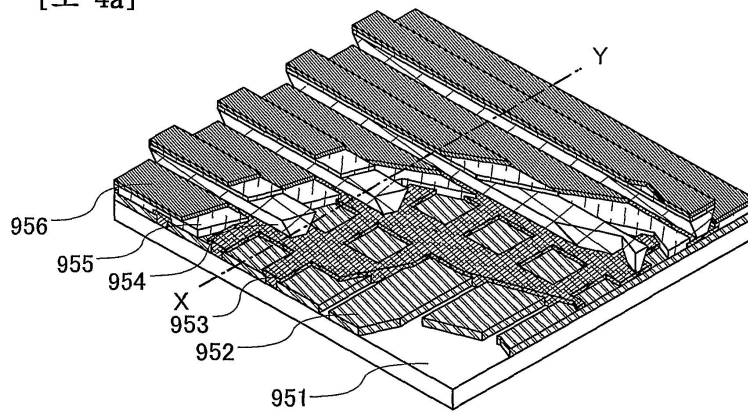


도면3

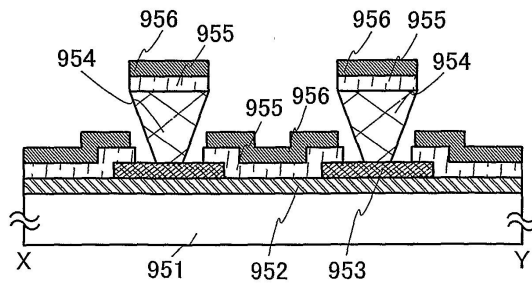


도면4

[도 4a]

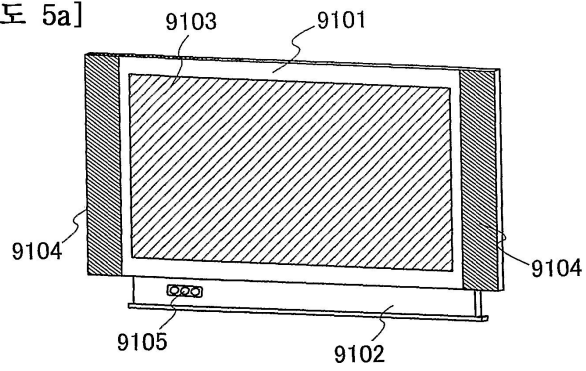


[도 4b]

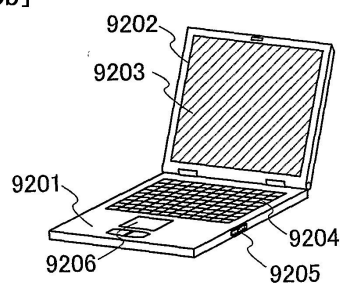


도면5

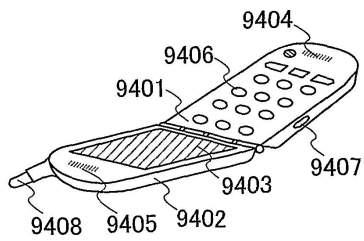
[도 5a]



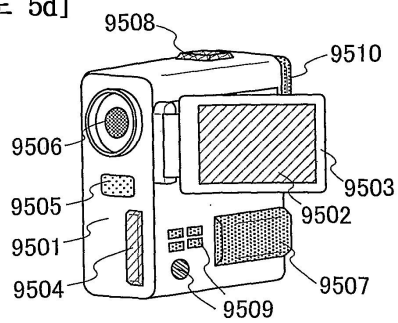
[도 5b]



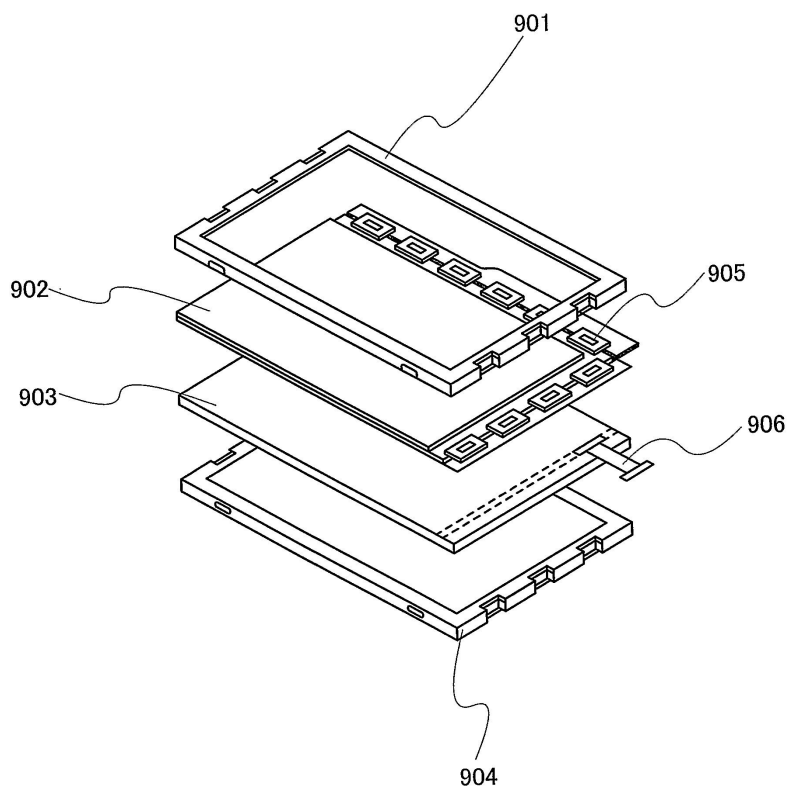
[도 5c]



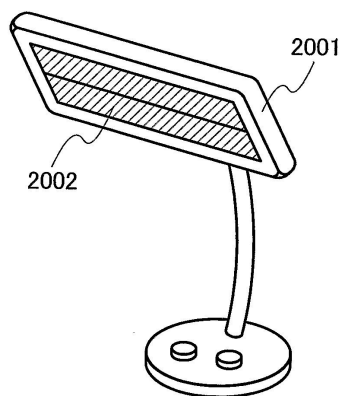
[도 5d]



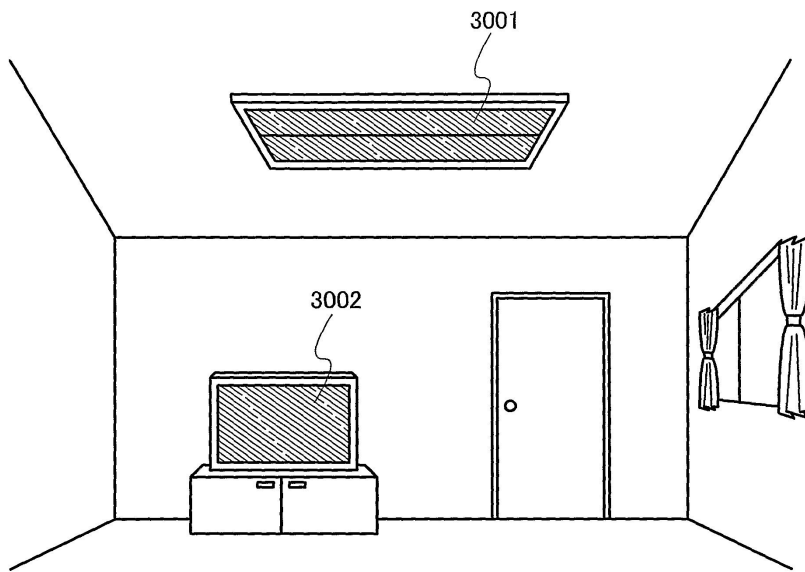
도면6



도면7

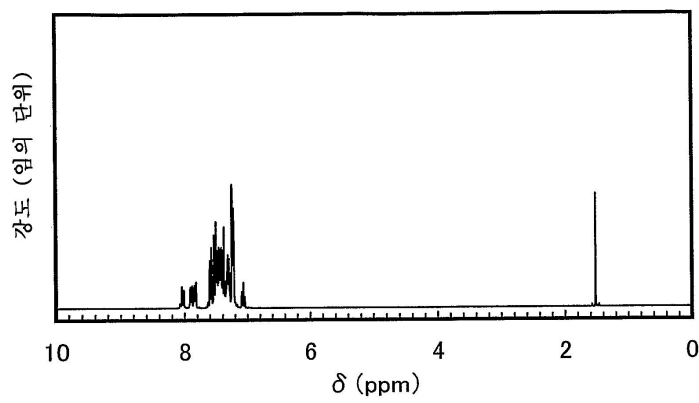


도면8

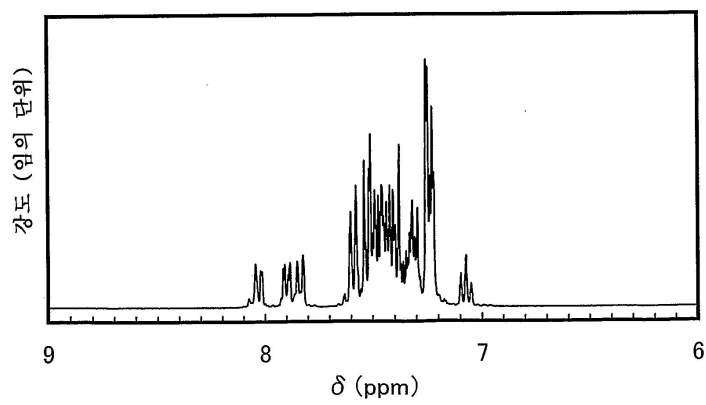


도면9

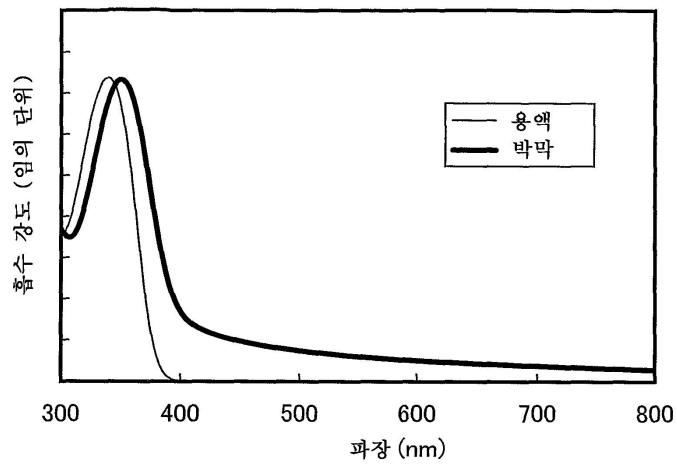
[도 9a]



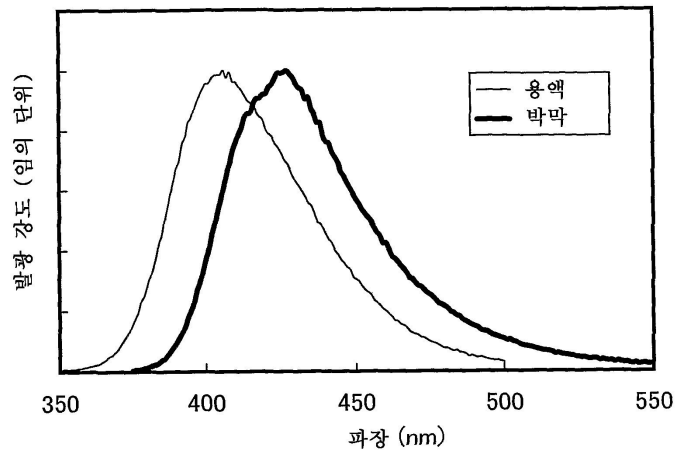
[도 9b]



도면10

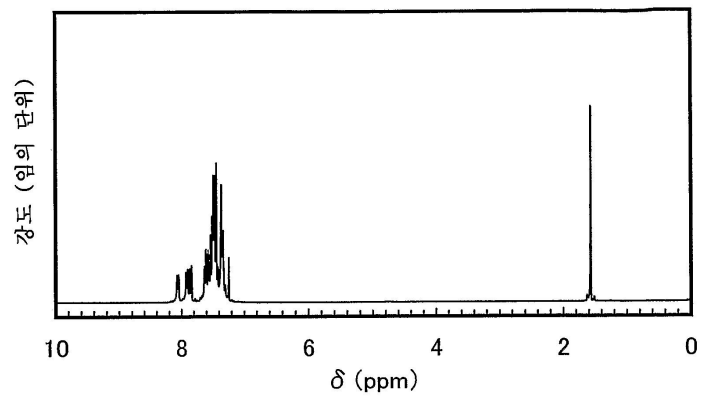


도면11

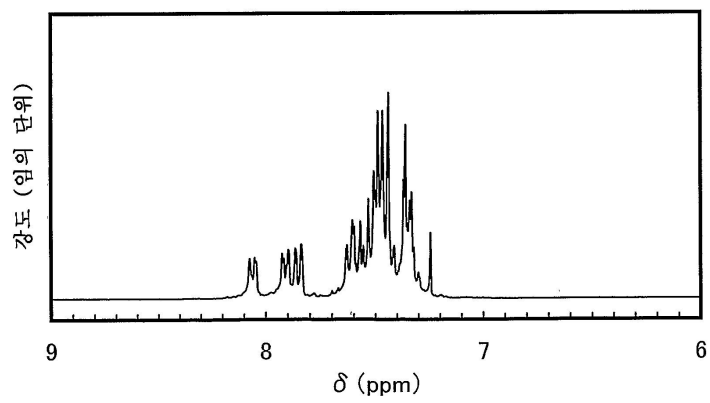


도면12

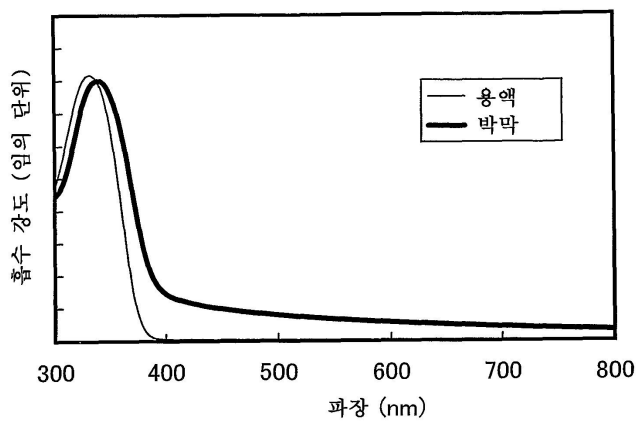
[도 12a]



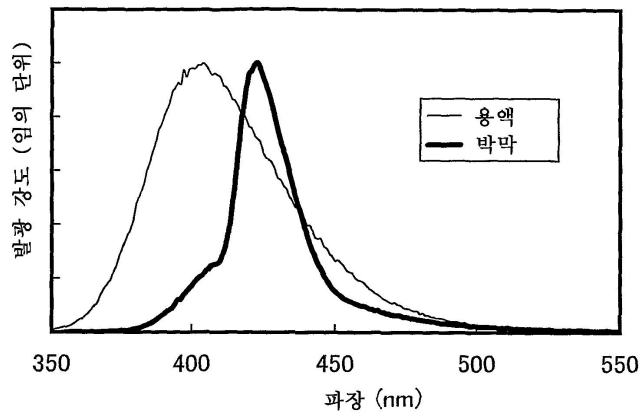
[도 12b]



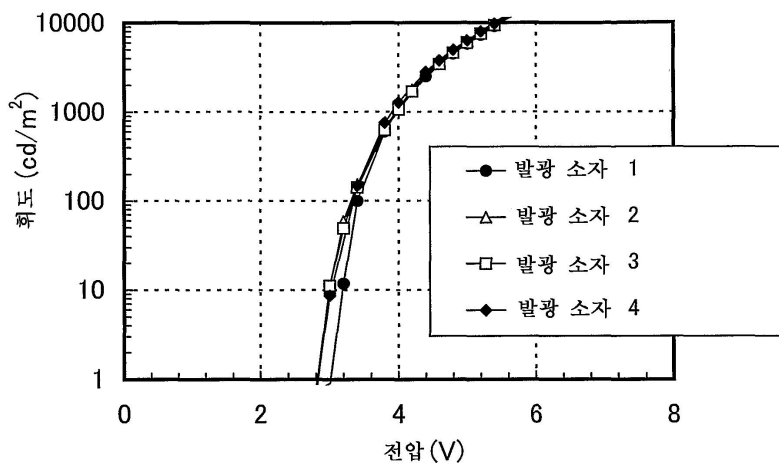
도면13



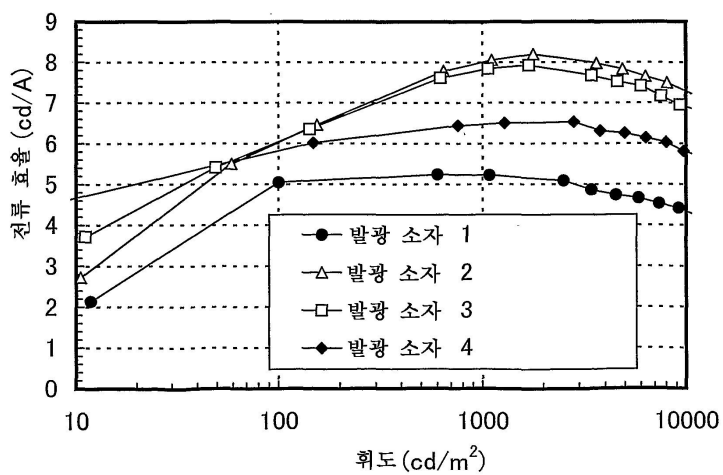
도면14



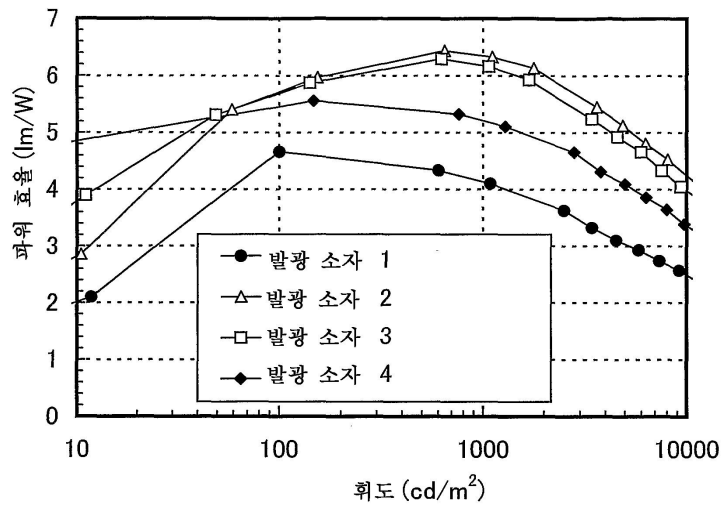
도면15



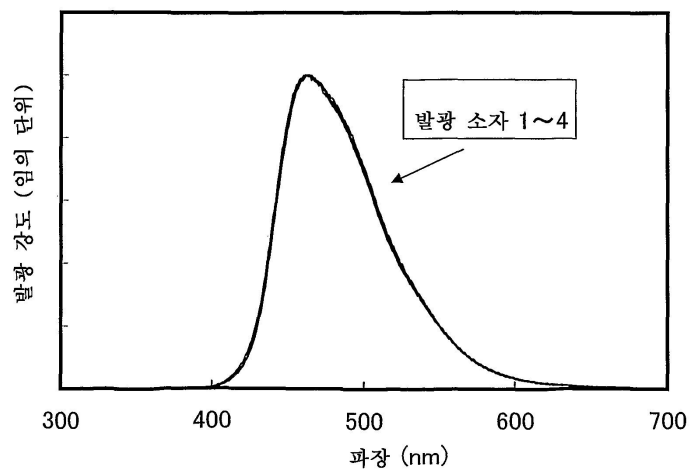
도면16



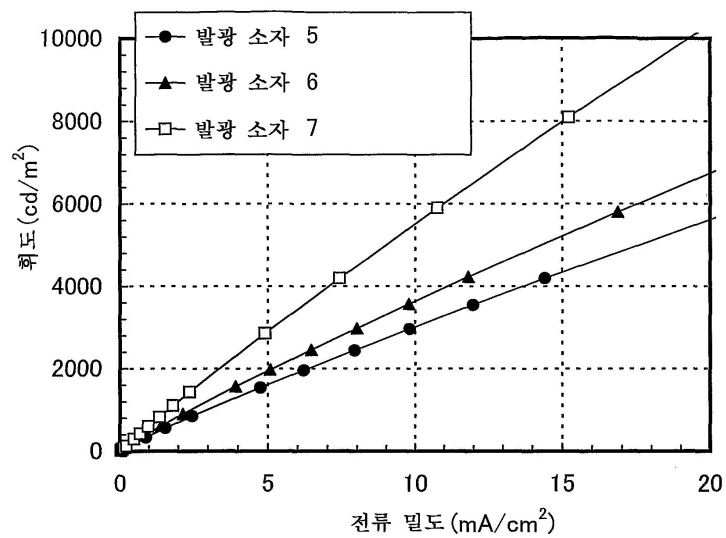
도면17



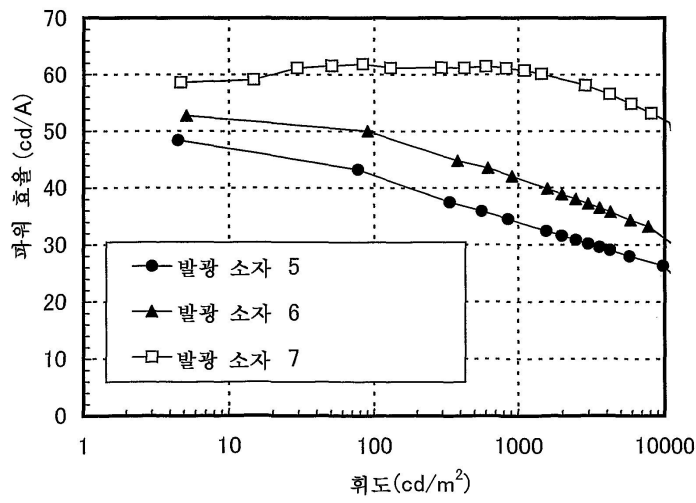
도면18



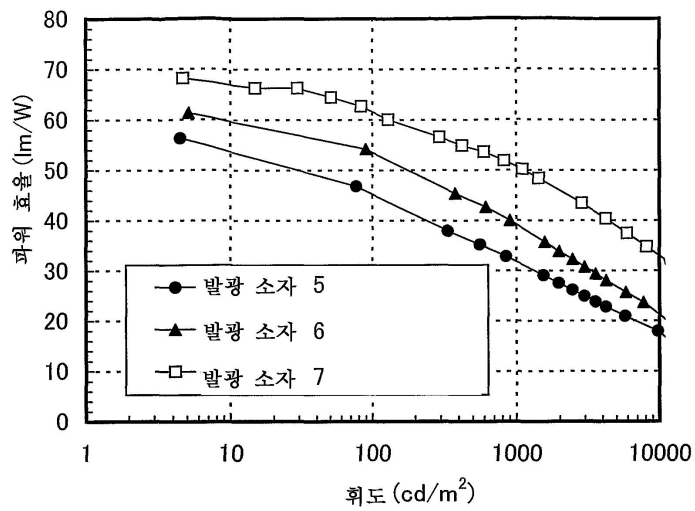
도면19



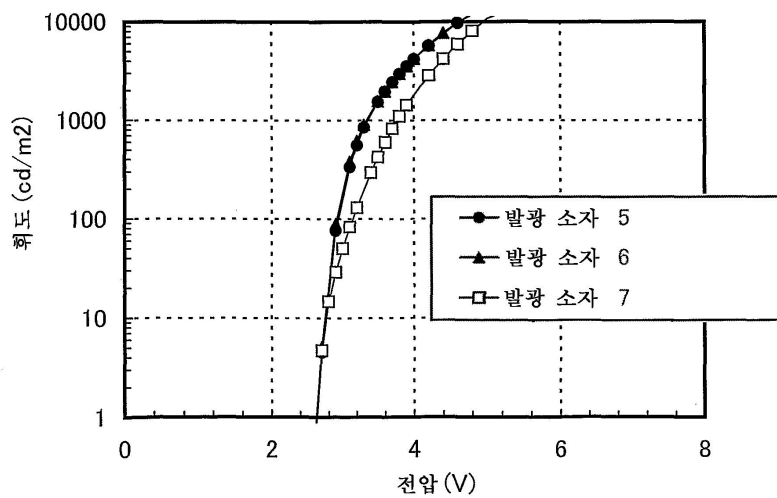
도면20



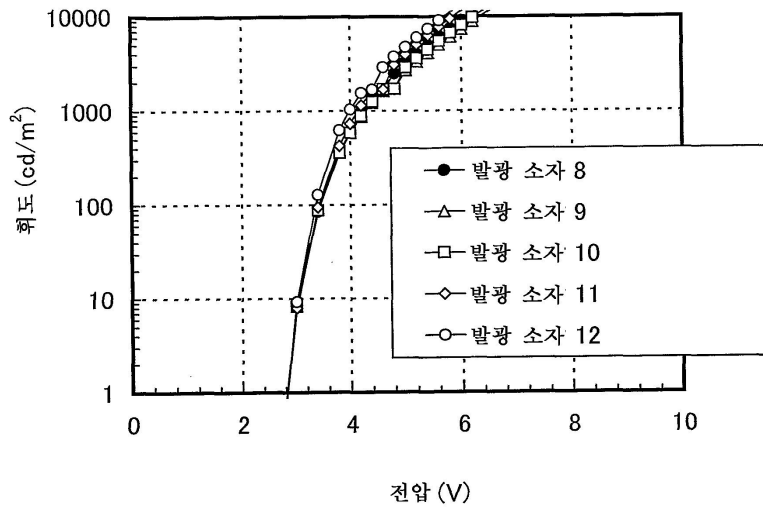
도면21



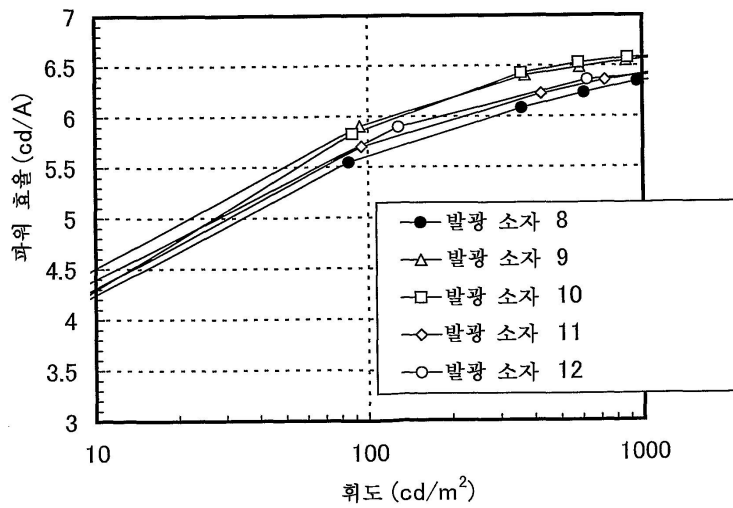
도면22



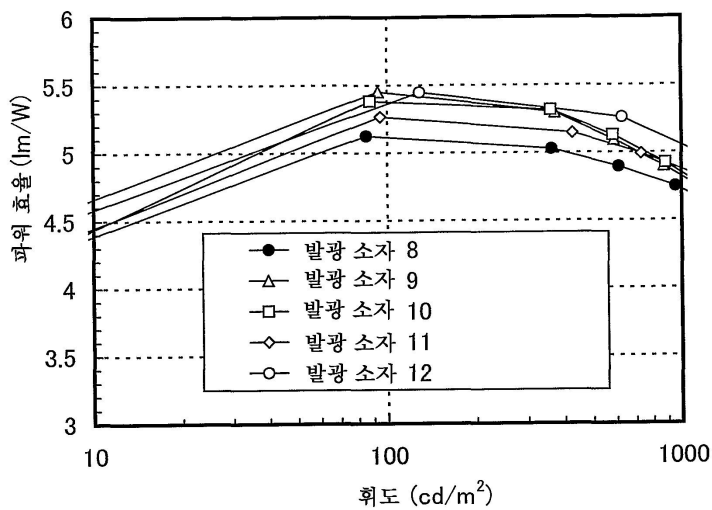
도면23



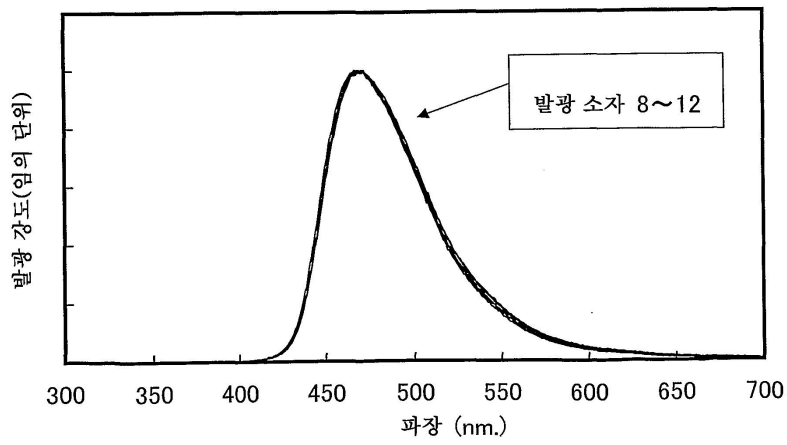
도면24



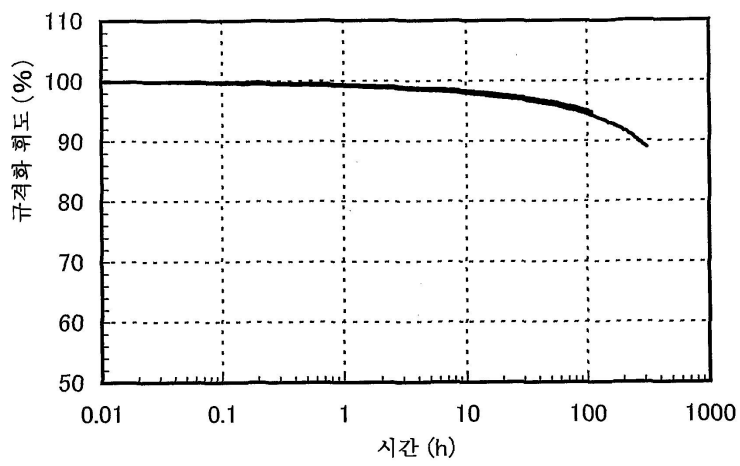
도면25



도면26



도면27



도면28

